

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Горного дела, геологии и геотехнологий

институт

Горные машины и комплексы

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А.В. Гилев

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2017 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Разработка автоматизированной системы управления станком шарошечного
бурения

наименование темы, код и наименование специальности (специализации), направления, магистерской
программы

21.05.04 «Горное дело»

21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

Руководитель

подпись, дата

проф., д-р.техн.наук

должность, ученая степень

А.О. Шигин

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

И.К. Трошев

инициалы, фамилия

Рецензент

подпись, дата

должность, ученая степень

инициалы, фамилия

Консультанты:

Экономическая часть

подпись, дата

Бурменко А. Д.

инициалы, фамилия

Безопасность
жизнедеятельности

подпись, дата

Капличенко Н. М.

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

А.О. Шигин

инициалы, фамилия

Красноярск 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 Горно-геологические условия бурения скважин на карьерах	
2 Тенденции развития техники бурения взрывных скважин	
2.1 Вращательно-подающие механизмы станков шарошечного бурения	
2.2 Сравнительный анализ применения отечественных и зарубежных буровых станков	
2.3 Анализ технико-экономических показателей бурения взрывных скважин отечественными и зарубежными шарошечными станками и инструментами	
3 Разработка системы управления станками шарошечного бурения ...	
3.1 Режимы эксплуатации шарошечных долот	
3.2 Определение рациональных режимных параметров станков шарошечного бурения	
3.3 Разработка интеллектуальной системы управления шарошечным бурением взрывных скважин на карьерах	
4 Безопасность жизнедеятельности.....	
4.1 Безопасность жизнедеятельности на предприятии.....	
4.2 Проветривание карьера.....	
4.3 Охрана окружающей среды.....	
5 Экономическая часть.....	
5.1. Расчет стоимости шарошечного бурения сложноструктурных породных массивов	
5.2 Повышение производительности станков шарошечного бурения за счет своевременного регулирования режимных параметров.....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	

Введение

Основной задачей, стоящей перед горнодобывающей промышленностью является обеспечение прироста добычи полезных ископаемых в основном за счет повышения добычи наиболее эффективным открытым способом на основе внедрения прогрессивных технологий и горнотранспортного оборудования большей единичной мощности и энерговооруженности. Весьма важно для горнотранспортного оборудования разработка совершенных автоматизированных систем управления.

В технологии открытой разработки месторождений особое место занимают вопросы бурения взрывных скважин, повышение эффективности эксплуатации буровых станков, повышение надежности и совершенствование конструкции исполнительных механизмов. Современный горный инженер должен глубоко знать основы механизации и автоматизации горного производства, эксплуатационные и технические данные горных машин и элементов их конструкций, а также основы теории, расчета и технической эксплуатации горных машин. Увеличение объёмов добычи неизбежно влечет за собой увеличение объема буровых работ, следовательно, долговечность работы бурового станка напрямую зависит от качества и периодичности проведенных ремонтов.

Целью данной работы является разработка системы управления процессом шарошечного бурения с помощью станка СБШ. Для достижения цели предполагается решить следующие задачи: изучить горно-геологических условий бурения взрывных скважин, механическое оборудование для бурения взрывных скважин на карьерах; процессы взаимодействия адаптивного вращательно-подающего органа бурового станка с породным массивом; изучить вопросы безопасности жизнедеятельности на горном предприятии.

1 Горно-геологические условия бурения скважин на карьерах

Базисом всего промышленного производства является горная отрасль, осуществляющая добычу полезных ископаемых и обеспечивающая сырьевые потребности не только в России, но и других стран. Основные объемы горной массы подготавливаются к выемке буровзрывным способом, одним из главных производственных процессов которого является бурение взрывных скважин.

Бурение скважин производят не только в горной отрасли. Большие буровые работы ведут нефтегазовые и строительные предприятия. В настоящее время существует множество конструктивных решений по созданию различных видов буровой техники [1 – 11 и др.]. Однако основное применение на открытых и подземных горных работах нашли станки вращательного бурения шарошечными долотами (СБШ)

В ближайшее десятилетие в России ожидаемые годовые объемы бурения на открытых горных и строительных работах превысят 60-70 млн. м³, освоение которых при существующих способах бурения потребует списочного состава буровых станков более 2 тыс. ед. и годового расходования 300 - 350 тыс. шт. бурового инструмента. Ежегодные эксплуатационные затраты на бурение скважин могут достигнуть более 30 млрд. руб., из которых примерно 35 - 50 % составят затраты на буровой инструмент.

Существенный вклад в разработку и решение вопросов, связанных с развитием техники и технологии буровых работ, внесли О.Д. Алимов, Г.В. Арцимович, Т.Г. Агошашвили, В.Д. Буткин, П.В. Борденов, Д.Н. Башкатов, Г.Д. Бревдо, К.Е. Винницкий, Л.Т. Дворников, А.А. Жуковский, К.И. Иванов, Б.Н. Кутузов, Б.А. Катанов, Л.И. Кантович, С.П. Решетняк, Ю.Е. Воронов, К.Н. Трубецкой, М.Г. Крапивин, Е.Д. Карпухин, Л.Е. Маметьев, Н.В. Мельников, И.Э. Наринский, П.П. Назаров, М.М. Протоdjяконов, В.А. Перетолчин, Р.Ю. Подэрни, В.В. Ржевский, Н.Я. Репин, Л.Д. Саруев, Б.Н. Смоляниц-

кий, А.Ф. Суханов, Б.А. Симкин, Н.Н. Страбыкин, И.А. Тангаев, Г.С. Филиппов, В.В. Царицын, Ф.А. Шамшев, К.А. Чефранов, Е.Ф. Эпштейн и др.

Большой вклад в создание специальных рабоче-исполнительных органов внесли Д.Н. Башкатов, В.Д. Буткин, А.В. Гилев, Б.В. Брюхов, А.Е. Беляев, В.М. Горячкин, И.К. Владимирцев, Я.Н. Долгун, В.И. Дусев, Б.А. Катанов, Ю.М. Коледин, М.Р. Мавлютов, Б.Р. Ракишев, В.С. Травкин, А.В. Телешов, Ю.П. Шеметов, О.В. Чернецкий, Е.В. Чудогашев, М.К. Якушин и др.

По теории разрушения горных пород, в области совершенствования бурового оборудования и бурения глубоких скважин известны наиболее значимые научные труды Л.И. Барона, М.Г. Бингхэма, Л.Б. Глатмана, В.С. Владиславлева, Б.И. Воздвиженского, М.М. Протодяконова, С.Е. Чиркова, Г.Р. Кинга, Н. Маковея, Ю.Ф. Потапова, В.П. Рожкова, С.С. Сулакшина, В.В. Сиимонова, В.С. Федорова, Л.А. Шрейнера, Р.М. Эйгелеса, А.А. Борисова, И.В. Баклашова, А.И. Спивака, Г.П. Черепанова, М.В. Раца, С.Н. Чернышева, Г.М. Крюкова и других исследователей.

Несмотря на значимость и многочисленность исследований, связанных с развитием буровой техники, в них недостаточно внимания уделено вопросам оптимального и своевременного регулирования режимов шарошечного бурения, адаптивных систем устранения критических нагрузок при бурении сложноструктурных породных массивов применительно к проблеме повышения ресурса бурового инструмента и механической скорости бурения. Это потребовало проведения специальных исследований.

Самым ответственным, дорогостоящим, высоконагружаемым и изнашиваемым звеном бурового станка является буровой орган с вращательно-подающим механизмом. Система «буровой орган – вращательно-подающий механизм» за последние десятилетия практически не изменяется и не совершенствуется. В связи с этим рост производительности бурового оборудования практически прекратился и происходит непрерывное значительное увеличение затрат на буровые работы, приходящиеся на одну скважину.

Буровой орган, состоящий из буровых штанг и бурового инструмента, определяет способ бурения скважин в соответствии со свойствами горных пород, которые изменяются в широком диапазоне даже в пределах обуреваемого блока. Производительность станка и стойкость бурового инструмента в этом случае в огромной степени зависит от режима бурения.

Однако режим бурения, прежде всего, определяется типом и характеристикой вращательно-подающего механизма, обеспечивающего и своевременно регулирующего скорость вращения и усилие подачи.

Соотношение различных способов бурения зависит от многих факторов (горнотехнических, экономических), но главным образом от горногеологических условий и коэффициента крепости горных пород, значения

В процессе работы буровой инструмент сталкивается с пластами горной породы, имеющими разные мощность и физико-механические свойства. Так, структура горных пород Черногорского угольного разреза состоит из пластов мощностью от 0,45 м до 6 м, имеющих диапазон крепости от 2 до 10 по шкале проф. М.М. Протодяконова (рис. 1.1)

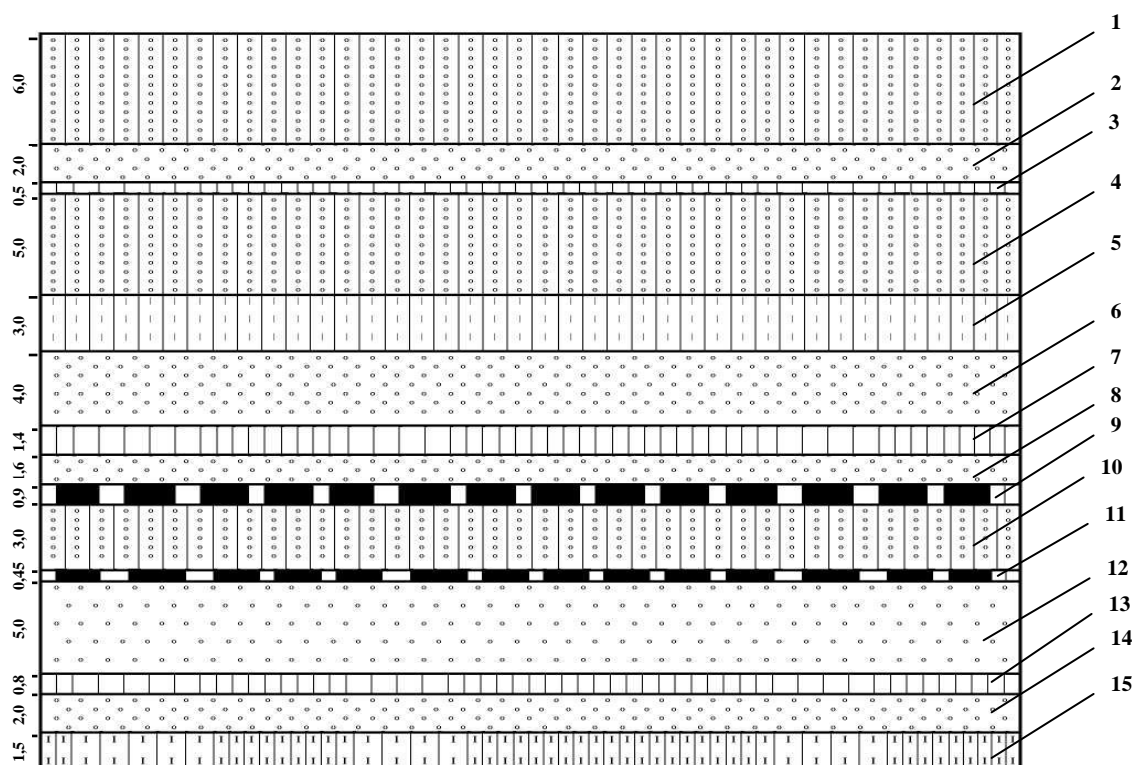


Рисунок 1.1 – Структура горных пород Черногорского угольного разреза:
1 – Слоистые алевролиты, песчаники. За счет многочисленных прослоев алевроли-

та тон всего слоя темно-серый. $f = 6-8$; 2 – Песчаник массивный, среднезернистый $f = 8-10$; 3 – Аргиллит черный, слабоуглистый $f = 2-3$; 4 – Алевропесчаник невыдержанного состава, на отдельных участках переходящий в песчаник $f = 6-8$; 5 – Алевролит черный слоистый, с прослоями песчаника $f = 4-6$; 6 – Песчаник желто-серый, массивный, мелкозернистый $f = 8-10$; 7 – Аргиллит слабоожеженный $f = 4-6$; 8 – Песчаник неоднородный, ожеженный $f = 8-10$; 9 – Пласт Двухаршинный $f = 3$; 10 – Слоистый алевропесчаник $f = 6-8$; 11 – Пласт-спутник Двухаршинный $f = 3$; 12 – Песчаник неоднородный по составу, переслаивющийся с алевропесчаником $f = 6-8$, отдельные слои ожежены $f = 8-10$; 13 – Аргиллит темно-серый, плотный $f = 3-4$; 14 – Песчаник мелкозернистый, массивный $f = 6-10$; 15 – Слоистый темно-серый алевролит $f = 4-6$

Похожим образом выглядит литологический разрез многих месторождений, разрабатываемых открытым способом (рис. 1.2 – 1.4). Различные буровые долота в процессе бурения испытывают различные нагрузки, а их кинематика характеризует принципиальные различия векторов сил, разрушающих горную породу. Однако, при прохождении трещин, нарушений однородности, слоев с различной крепостью долота испытывают существенные динамические нагрузки, возникающие в результате переходных процессов. Указанные нагрузки не являются необходимыми для эффективного разрушения горной породы, но существенно снижают ресурс буровых долот.

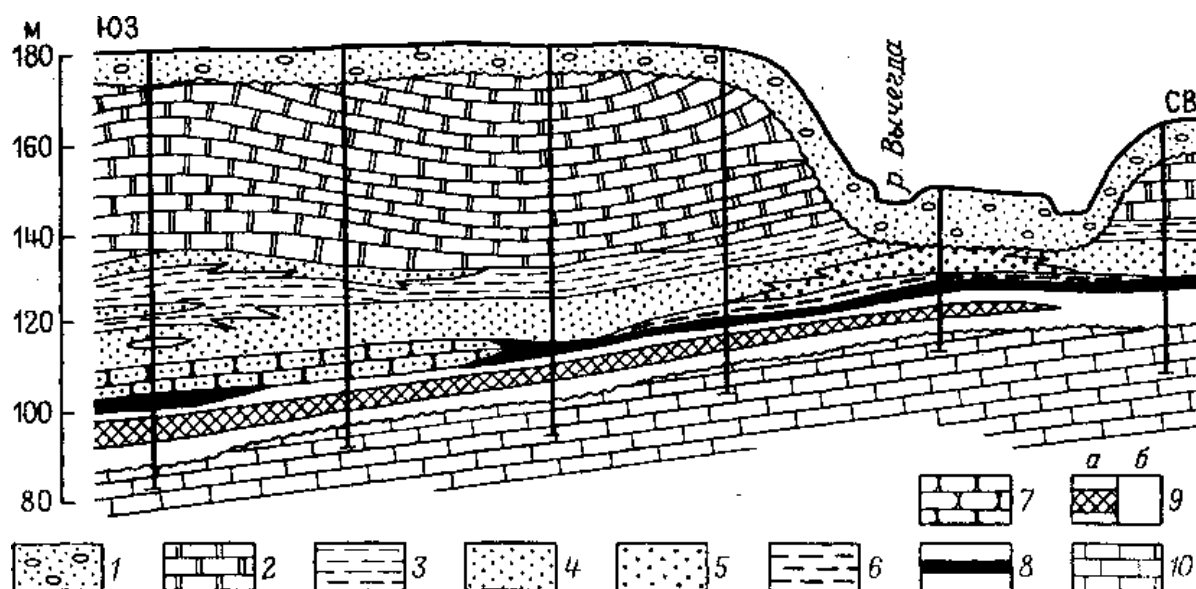


Рисунок 1.2. – Геологический разрез бокситовой залежи Южно-Тиманского района.

1 – четвертичные образования (суглинки, супеси, пески); 2 – доломиты; 3 – алевритистые глины; 4 – глинистые алевролиты; 5 – углистые алевролиты; 6 – углистые глины; 7 – песчаники; 8 – углистые аргилиты; 9 – бокситоносная пачка (а – бокситы, б – аллиты); 10 – глинистые известняки

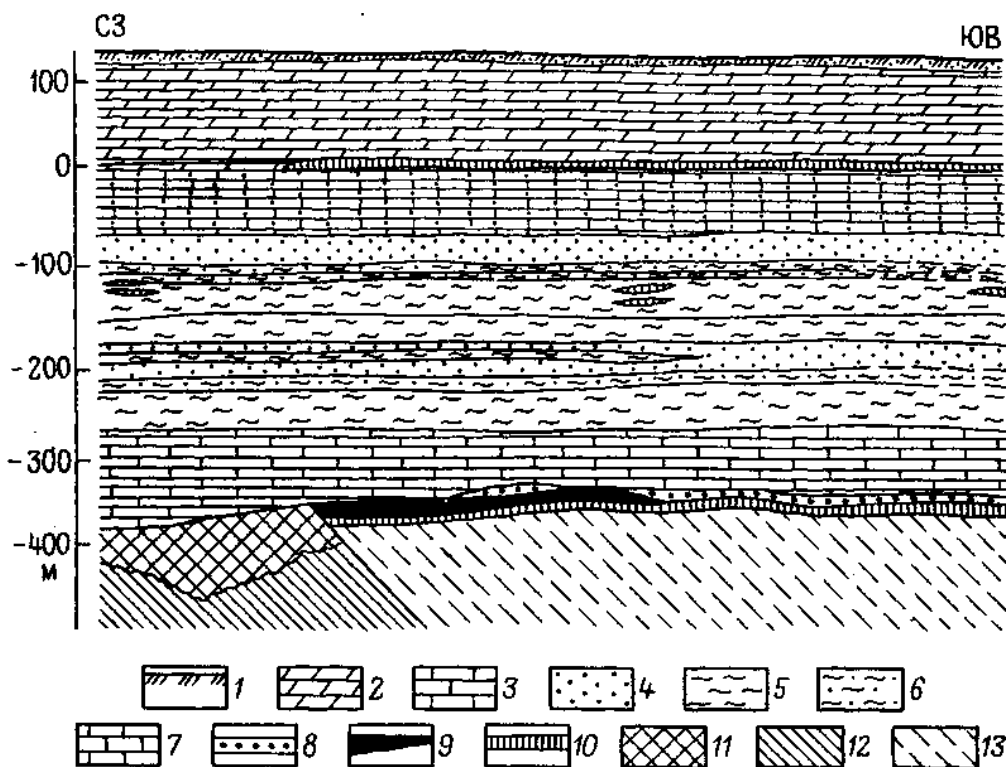


Рисунок 1.3. – Геологический разрез Висловского месторождения:

1 – четвертичные отложения; 2 – мергели; 3 – мел; 4 – глины; 1–5 – глинистые пески; 6 – песчаная глина; 7 – известняки; 8 – бокситы осадочные; 9 – бокситы остаточные; 10 – аллиты; 11 – мартитовые и мартитгидрогематитовые железные руды; 12 – магнетитовые кварциты; 13 – сланцы филлитовидные и хлорит-серицитовые

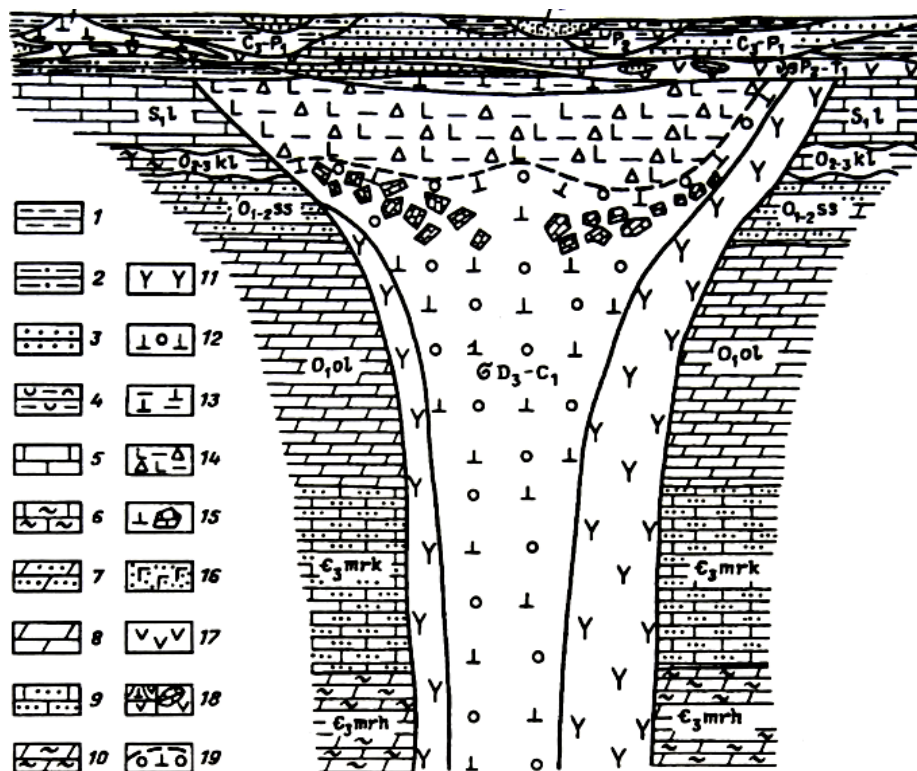


Рисунок 1.4. – Геологический разрез кимберлитовой трубки Юбилейная: 1-4 – перекрывающие породы верхнего палеозоя: 1 – углистые алевролиты; 2 – песчанистые алевролиты; 3 – разномерные песчаники; 4 – туфоалевролиты; 5-10 – вмещающие породы: 5 – известняки; 6 – мергели; 7 – песчаники; 8 – глины; 9 – сiltиты; 10 – сланцы; 11 – известняки; 12 – песчаники; 13 – глины; 14 – сiltиты; 15 – сланцы; 16 – песчаники; 17 – глины; 18 – сiltиты; 19 – сланцы

– известняки лландоверийского яруса меикской свиты; 6 – мергелистые и глинистые известняки кылахской свиты; 7 – доломиты и песчанистые известняки сохсолоохской свиты; 8 – доломиты, глинистые доломиты и доломитистые известняки олдондинской свиты; 9 – терригенно-карбонатные породы моркокинской свиты; 10 – глинисто-карбонатные породы мархинской свиты; 11 - 12 – кимберлитовые породы: 11 – порфировые кимберлиты первой фазы внедрения; 12 – автолитовые брекчии второй фазы внедрения; 13-14 – стратифицированные осадочно-вулканогенные образования кратера: 13 – глинистого облика; 14 – "песчанистого" и "гравелитового" облика; 15 – ксенолиты осадочных пород в кимберлитах (ксенолитовый "пояс"); 16 - туфы основного состава; 17 — долериты; 18 – блоки кимберлитов и осадочных пород, отторгнутые и перемещенные интрузией траппов; 19 – граница пород кратерной фации

В табл. 1.1 приведены ориентировочные данные ИГД им. А.А. Скочинского о распределении обруиваемой горной массы по крепости горных пород на карьерах СССР в доперестроечный период.

Таблица 1.1

Распределение обруиваемой горной массы по крепости горных пород, %

Отрасль промышленности	Коэффициент крепости горных пород f			
	до 5	5–10	10–15	15–20
Угольная промышленность	54–66	24–34	10–15	2–3
Железорудная промышленность	5–13	30–36	37–54	10–16
Цветная металлургия	5–16	44–51	20–5	14–19
Промышленность нерудных полезных ископаемых	6–10	33–35	48–51	8–9

До перестроечного периода в СССР объем бурения на карьерах составлял около 60 млн м скважин в год, из них на угольных разрезах – около 27–28 млн м в год, на карьерах по добыче нерудных полезных ископаемых (горно-химическое и горно-металлургическое сырье, строительные материалы и др.) – около 15–17 млн м [7]. В 1987 г. на угольных разрезах 18,5 млн м скважин было пробурено станками шарошечного бурения и 9,5 млн м – станками шнекового бурения [1].

В настоящее время определить объемы бурения на карьерах России можно лишь приближенно. После распада СССР и перехода к рыночной экономике масштабы добычи угля и других полезных ископаемых открытым способом существенно снизились, но в настоящее время достаточно быстро восстанавливаются. Значительные объемы добычи цветных металлов, желез-

ных руд и угля остались в Казахстане (ССГОК, Экибастузский бассейн и др.), Средней Азии и Украине (Криворожский и другие бассейны).

Вместе с тем основные районы угледобычи находятся на Востоке России и в них происходит наращивание объемов, особенно в Кузбассе, где в ближайшие 5–7 лет объемы бурения на разрезах превысят 12–13 млн м.

В Канско-Ачинском и Минусинском бассейнах, кроме разрезов «Бородинский», «Изыхский», на которые приходились основные объемы буровых работ, возникли 27 новых развивающихся малых разрезов. С учетом Кайерканского разреза (Норильский ГМК), Каа-Хемского (республика Тыва) и других в этом регионе Центральной Сибири объемы бурения приближаются к доперестроечному периоду. В этом же регионе значительное развитие получили карьеры по добыче золота из коренных месторождений (Олимпиадинское и др.), магнезитов, свинцово-цинковых, молибденовых и других руд, а также сырья для алюминиевых заводов.

Практически не уменьшились и в настоящее время увеличиваются объемы бурения на алмазодобывающих карьерах Якутии.

При этом в последнее время преобладает использование долот диаметром 244,5 мм, в меньшей степени – диаметрами 269,9; 320 и 190–215,9 мм (угольные разрезы). Шарошечные долота диаметром 140–161 мм не имеют больших перспектив из-за малой стойкости опор и неконкурентоспособности по сравнению с режуще-ударным инструментом (РУИ) в крепких породах и режущими долотами в некрепких породах.

Соотношение различных способов бурения будет изменяться, их выбор будет определяться горнотехническими факторами и экономическими показателями. Решающее значение при этом имеет не только крепость пород, но и требуемый диаметр скважин, зависящий от блочности (трещиноватости) взрывааемых горных массивов и рациональности вида используемого взрывчатого вещества.

2 Тенденции развития техники бурения взрывных скважин

На карьерах России применяют буровые станки типа СБШ (станок буровой шарошечный), СБР (станок бурения резанием), СБУ (станок буровой ударно-вращательного действия) и комбинированные (в типаже обозначенные СБУШ), рассчитанные на использование шарошечных, режущих, пневмоударных и других буровых инструментов. Есть также станки СБШ-250 МНР, предназначенные для шарошечного бурения взрывных скважин с последующим расширением их заряжаемой части термическим расширителем с мощной высокотемпературной огнеструйной горелкой воздушно-керосинового и других типов.

Из трех применяемых на карьерах России основных способов бурения – шарошечного, вращательного резанием и ударно-вращательного – преобладает шарошечный способ, на долю которого приходится до 83 % всех объемов бурения.

Создание и освоение отечественных станков типа СБШ сыграло огромную роль в развитии теории, техники и технологии бурения на карьерах. Эти станки, обладая в определенной степени признаками универсальности (по виду бурового инструмента и диаметру скважины) и способностью изменять в широком диапазоне режимные параметры, позволили охватить буровые работы с горными породами в наиболее широком диапазоне крепости от 4 до 20 по шкале проф. М.М. Протодяконова.

Накопленные опытные данные и теоретические разработки показали следующее:

- необходимость четкого распределения станков шарошечного бурения по типу вращательно-подающих механизмов для бурения горных пород с различными физико-механическими характеристиками;
- необходимость определения режимных параметров (усилия подачи и частоты вращения рабочего органа, давления сжатого воздуха компрессора

системы удаления буровой мелочи) для конкретных условий бурения и физико-механических характеристик горного массива обрабатываемого месторождения;

- необходимость автоматизации непосредственно процесса бурения с автоматическим регулированием режимных параметров вплоть до исключения человека из процесса управления бурением;

- необходимость создания станков шарошечного бурения, оснащенных адаптивными системами, позволяющими компенсировать критические нагрузки в процессе прохождения шарошечным долотом трещин, нарушений сплошности и однородности, слоев с различной крепостью;

- необходимость пересмотра рациональных границ использования различных способов и средств бурения с учетом изменений в экономике горной промышленности, конструкциях и качестве буровых инструментов и станков, появления новых твердых сплавов, конструкционных материалов, средств электроники и т.д.;

При выборе базовых моделей буровых станков и их модификаций необходимо учесть ряд изменений в технологии, горно-геологических и экономических условиях ведения горных работ (и технологических требований):

1. Четкую тенденцию к увеличению диаметра взрывных скважин, объясняемую стремлением использовать на карьерах простые гранулированные и комбинированные (смесь эмульсионных и гранулированных) ВВ как наиболее дешевые и позволяющие полностью механизировать процесс как их приготовления, так и заряжания ими скважин. Необходимый уровень работоспособности зарядов таких ВВ (скорость детонации, удельная концентрация энергии и др.) достигается увеличением диаметра скважин.

2. Рост числа глубоких карьеров ($H > 150\text{--}300$ м) и в связи с этим увеличение крепости горных пород и вероятный рост потребности в мобильных буровых станках с диаметром бурения скважин 200–220 мм из-за стесненных условий и сейсмических ограничений.

3. Вероятный рост объемов бурения глубоких (до 35–40 м) наклонных скважин в связи с расширенным освоением кранлайнов и другой экскавационной техники, позволяющей разрабатывать карьеры высокими уступами.

4. Увеличение объемов бурения на разрезах режущими, дисковыми и комбинированными долотами на повышенных скоростях подачи в связи с намеченным ростом добычи угля от 260–280 млн т в 2005 г. до 450–500 млн т в 2020 г. преимущественно открытым способом на Востоке страны.

Основные принципы построения типоразмерного ряда карьерных буровых станков, заложенные в исследованиях институтов ИПКОН РАН, ИГД им. Скочинского, НИИОГР, МГГУ, ИГД УрО РАН и др., по-видимому, не претерпят значительных изменений. Оптимизации по критерию стоимости бурения подлежат диапазоны изменения диаметра бурения на базовых моделях. При этом одним из основных факторов, определяющих стоимость бурового станка той или иной модификации, остается его масса, зависящая не только от диаметра бурения, но и от типа бурового инструмента (рис. 1.5) и способа очистки скважин [7].

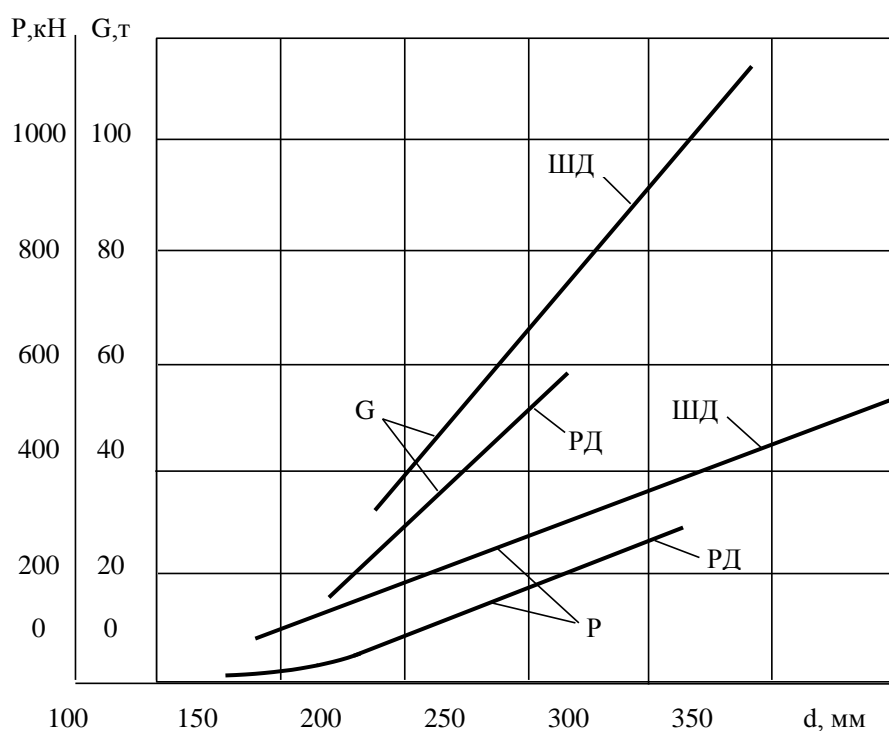


Рис. 1.5. Изменение массы буровых станков G и проектируемых максимальных осевых нагрузок P на долото в зависимости от диаметра скважин d и типа долота:

ШД – шарошечные долота, РД – долота режущего типа

Дискуссионными являются вопросы о целесообразности сохранения узкоспециализированного шнекового бурового станка СБР-160 и о диапазоне изменения диаметра бурения на комбинированных модификациях станков.

Проектирование и создание буровых станков по модульному принципу (различные модификации на основе базовых моделей) широко распространены на зарубежных фирмах развитых стран.

Наиболее четко это проявляется в конструкциях станков типа НВМ немецкой фирмы «Хаусхерр». Ряд моделей станков этой фирмы рассчитан на применение шарошечных, режущих и пневмоударных инструментов [4, 7].

Основной производитель шарошечных станков в России ОАО «Рудгор-маш» наряду со станками СБШ-250МНА-32 и СБШ 160/200-40 в различных исполнениях изготавливает по заявкам предприятий ряд новых буровых станков: СБШ-250/270 -60, оснащенных электрическим лебедочным механизмом подачи рабочего органа; СБШ 160/200-40 Д, оснащенного патронным механизмом подачи рабочего органа и дизельным приводом; СБШ-250Д, оснащенные канатно-полиспастным механизмом и дизельным приводом; тяжелые СБШ-270/311 КП для железнорудных карьеров [11]. Однако следует отметить, что прогрессивные разработки и рекомендации институтов производителями используются далеко не полностью.

2.1 Вращательно-подающие механизмы станков шарошечного бурения

Начиная с 60-х годов прошлого века наибольшее развитие на отечественных карьерах получили станки шарошечного бурения. На основе исследований Института горного дела (ИГД) им. А. А. Скочинского, МГГУ и Челябинского филиала Всесоюзного научно-исследовательского угольного института (ВУГИ) и на базе испытаний целого ряда экспериментальных моделей шарошечных станков были созданы опытно-промышленные образцы

двух характерных типов: БСШ-1 (институт Гипроуглеавтоматизация) и СББК-150 (Коркинский экскаваторо-вагоноремонтный завод совместно с Челябинским филиалом ВУГИ, 1957 г.).

Станок БСШ-1 лег в основу серийного станка СБШ-200. На основе станка СББК-150 была выпущена крупная партия станков СББК-200, которые успешно эксплуатировались на угольных разрезах более 15 лет. Примененная на станках СББК-150 и СББК-200 канатно-полиспастная схема механизма подачи была принята в буровом станке СБШ-250, а затем на станке СБШ-320. Так образовались две базовые модели станков шарошечного бурения – СБШ-200 и СБШ-250, которые проходят длительный этап эволюционного развития до сих пор. Эти станки отличаются принципом построения вращательно-подающих механизмов (ВПМ), определяющим конструктивный облик и технологические особенности (возможности) станка.

Станки группы СБШ-200 имеют роторно-патронную схему ВПМ с нижним стационарным расположением вращателя, передачей осевого усилия и крутящего момента на образующую бурильной штанги через зажимной патрон (рис. 1.6).

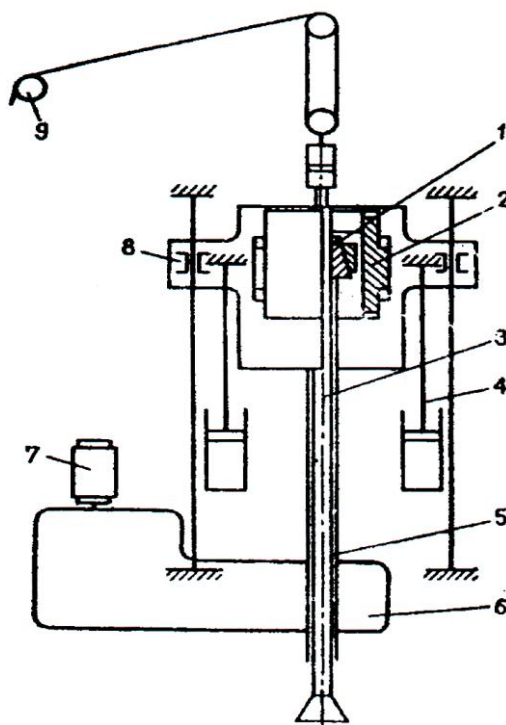


Рис. 1.6. Кинематическая схема вращательно-подающего механизма станка 2СБШ-200Н: 1 – зажимные кулачки; 2 – зажимной патрон; 3 – штанга; 4 – шток гидроцилиндра подачи; 5 – пускотелый шпиндель гидропатрона; 6 – вращатель (редуктор); 7 – электродвигатель постоянного тока ДПВ-52; 8 – траверса; 9 – лебедка с трехкратным полиспастом для подъема бурового става

Усилие подачи создается двумя гидроцилиндрами, питающимися от одного или двух насосов нерегулируемой производительности с предохранительным клапаном. К преимуществам такой схемы относятся стационарность привода вращателя, возможность значительного облегчения мачты, большая устойчивость станка при передвижении. К недостаткам можно отнести: ограниченность величины осевой нагрузки и крутящего момента из-за проскальзываемых кулачков патрона (особенно в зимних условиях); большие затраты времени на вспомогательные машинные операции; невозможность применения штанг различных диаметров и тем более шнековых штанг. Мачта и вращательно-подающий механизм станка СБШ 160/200-40 показаны на рис. 1.7 и 1.8.

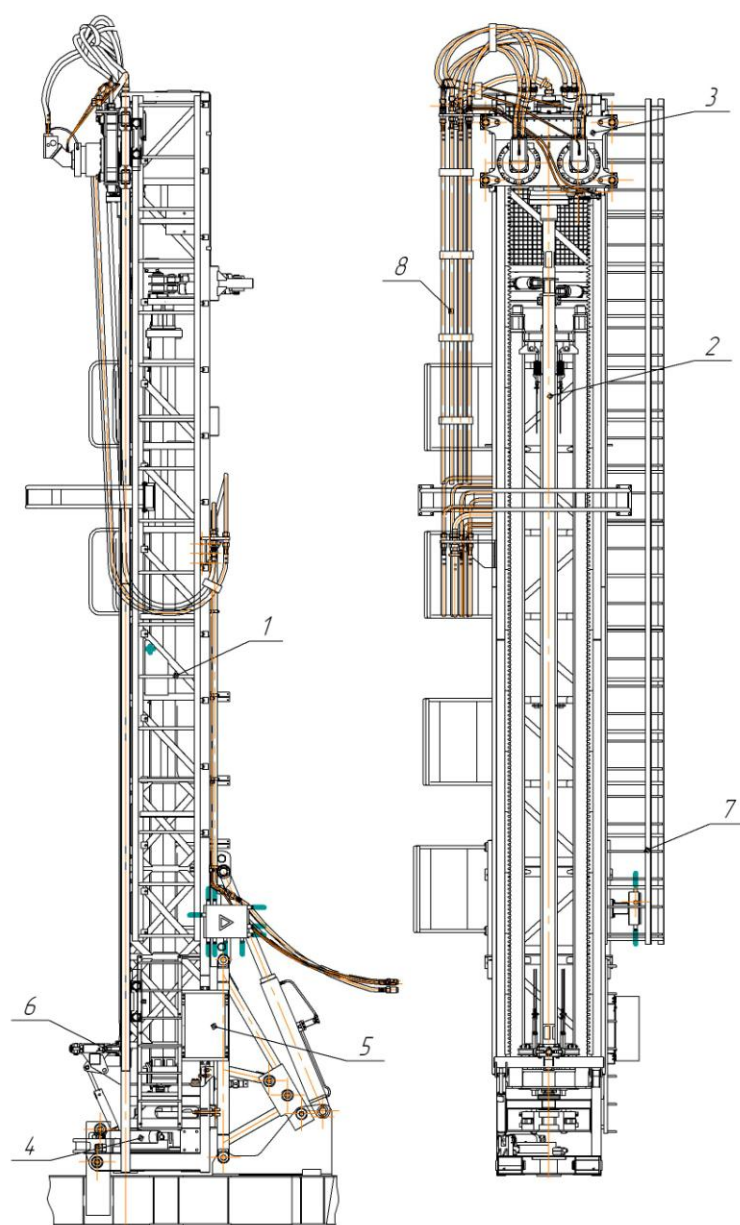


Рис. 1.7. Мачта станка СБШ 160/200-40: 1 – каркас мачты; 2 – сепаратор; 3 – вращательно-подающий механизм; 4 – устройство для разбива бурового става; 5 – гидроблок; 6 – люнет; 7 – лестница; 8 – гирлянда

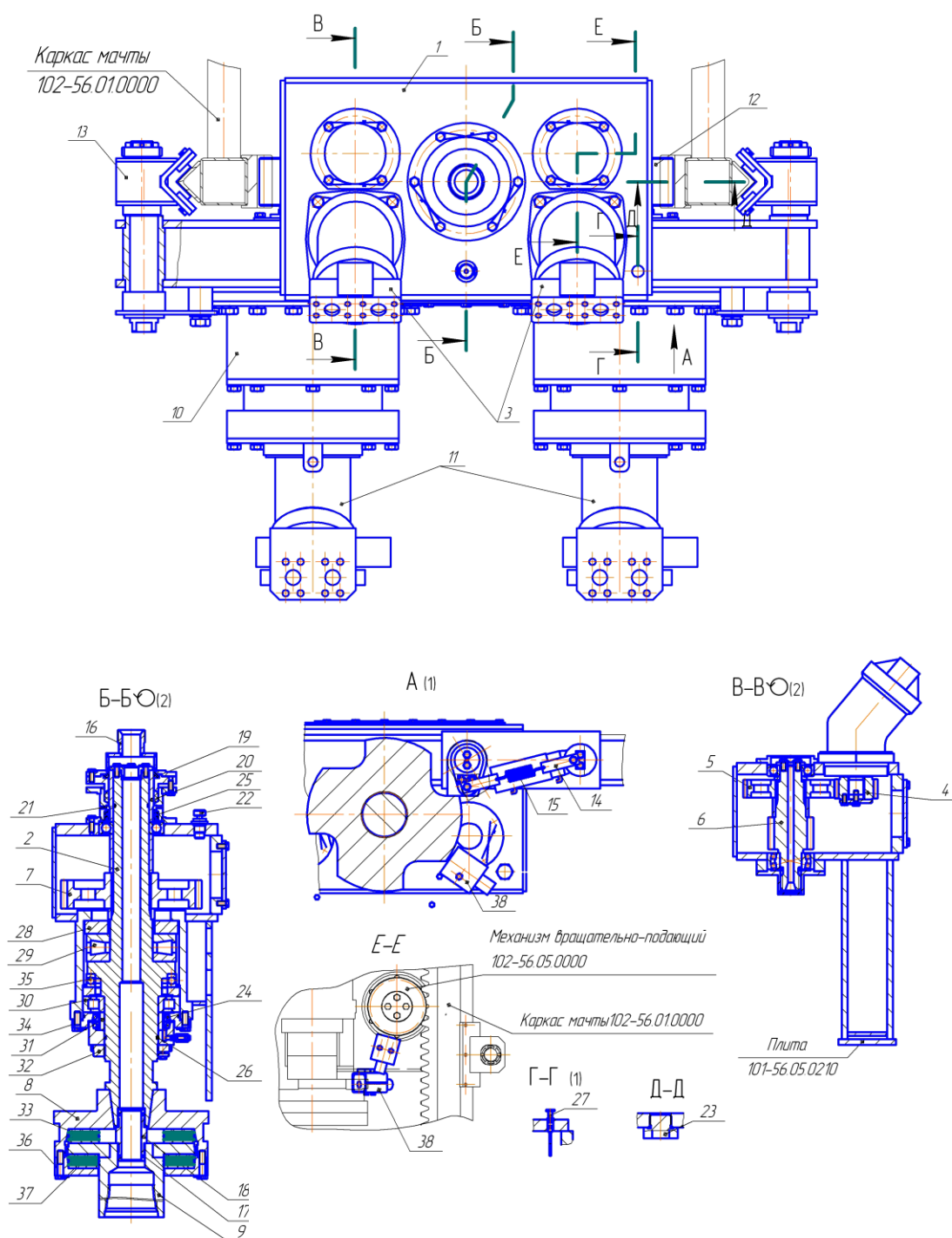


Рис. 1.8. Вращательно-подающий механизм станка СБШ 160/200-40: 1 – корпус; 2 – шпиндель; 3 – гидроцилиндры; 4 – шестерня; 5 – колеса зубчатые; 6 – вал-шестерня; 7 – колесо зубчатое; 8 – полумуфта; 9 – полумуфта зубчатая; 10 – редуктор подачи; 11 – гидромоторы; 12 – шестерня; 13 – ролик; 14 – статор; 15 – пружина; 16 – крышка; 17 – втулка; 18 – кольцо; 19, 20 – уплотнения; 21 – кольцо; 22 – фильтр воздушный; 23 – заглушка; 24 – уплотнение торцовое; 25 – манжета; 26 – кольцо; 27 – шуп; 28 – кольцо; 29 – упорный роликовый подшипник; 30 – роликовый радиальный подшипник; 31, 32 – втулки; 33 – амортизатор; 34 – крышка; 35 – подшипник упорный; 36 – крышка; 37 – амортизатор; 38 – датчик

Кроме указанных недостатков необходимо отметить очень высокую

жесткость ВПМ, негативно отражающуюся на ресурсе шарошечных долот при бурении сложноструктурных горных массивов, надежная работа которых требует создания монотонного усилия подачи без значительных скачков.

Станки группы СБШ-250 имеют схему передачи осевого усилия и крутящего момента на торец штанги от шпинделя (с гидромuftой) редуктором вращателя, который перемещается вдоль мачты канатным полиспастом. Усилие подачи создается от двух гидроцилиндров (рис. 1.9).

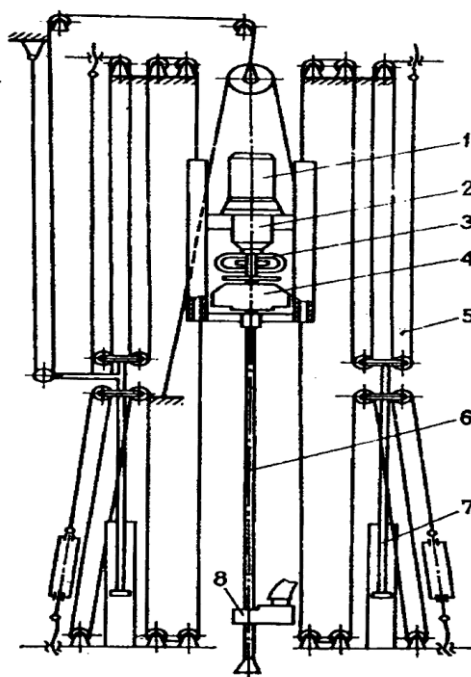


Рис. 1.9. Кинематическая схема вращательно-подающего механизма станка СБШ-250МН-32: 1 – электродвигатель постоянного тока; 2- редуктор вращателя; 3 – шинно-шлицевая муфта; 4 – опорный узел; 5 четырехкратная канатно-полиспастная система подачи; 6 – колонна вращающихся штанг; 7 – гидроцилиндр подачи; 8 – механизм свинчивания-развинчивания штанг

К преимуществам торцевой (шпиндельной) схемы относятся: простота, надежность, возможность создания больших осевых усилий и крутящих моментов, а также благоприятность применения штанг (трубчатых и шнековых) и долот различного диаметра. Недостаток схемы - необходимость утяжеления мачты, по которой должен перемещаться тяжелый крупный вращатель, что обуславливает значительную массу станков, периодические перемещения на большую высоту пневматических, гидравлических шлангов и

электрических кабелей и др. Мачта и вращательно-подающий механизм станка СБШ-250 МНА32 показаны на рис. 1.10.

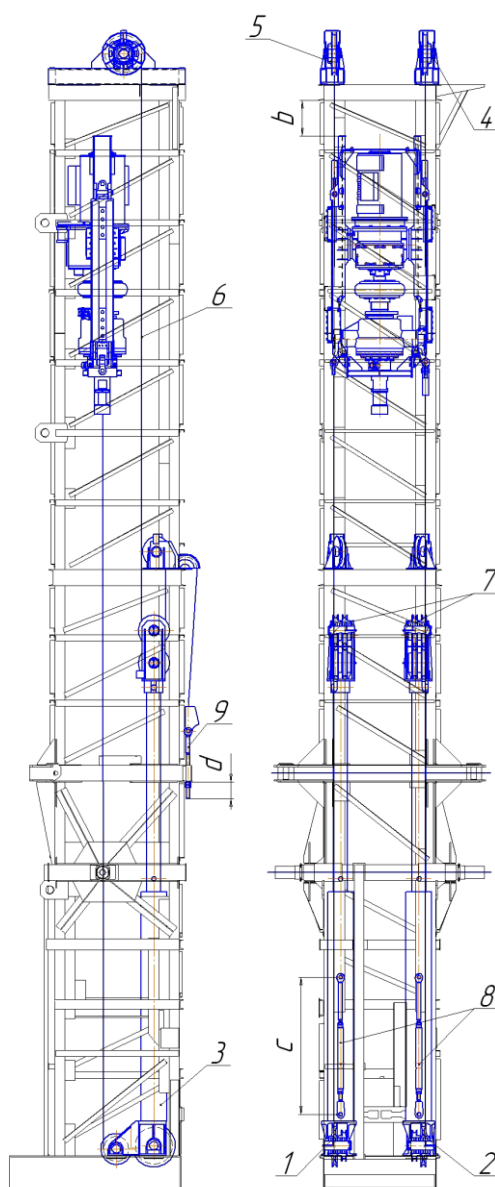


Рис. 1.10. Вращательно-подающий механизм СБШ 250 МНА-32:

1 – блоки нижние левые; 2- блоки нижние правые; 3- цилиндр подачи; 4- опора блоков правая; 5 – опора блоков левая; 6 – канат; 7 – блочная обойма; 8 – муфта стяжная; 9 – винты натяжные

Вращатель, редуктор вращателя и гидроцилиндр механизма подачи СБШ 250 МНА-32 показаны на рисунках 1.11 – 1.13.

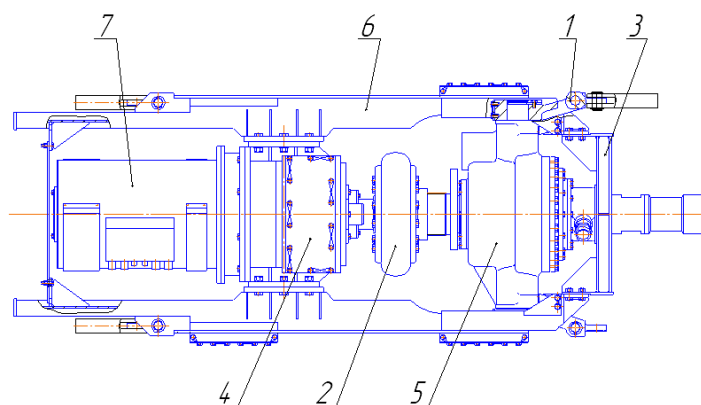


Рис. 1.11. Головка бурового снаряда: 1 - ползун; 2 - муфта шинно-зубчатая; 3 - траверса; 4 - редуктор вращателя; 5 - узел опорный; 6 - каретка; 7 - электродвигатель

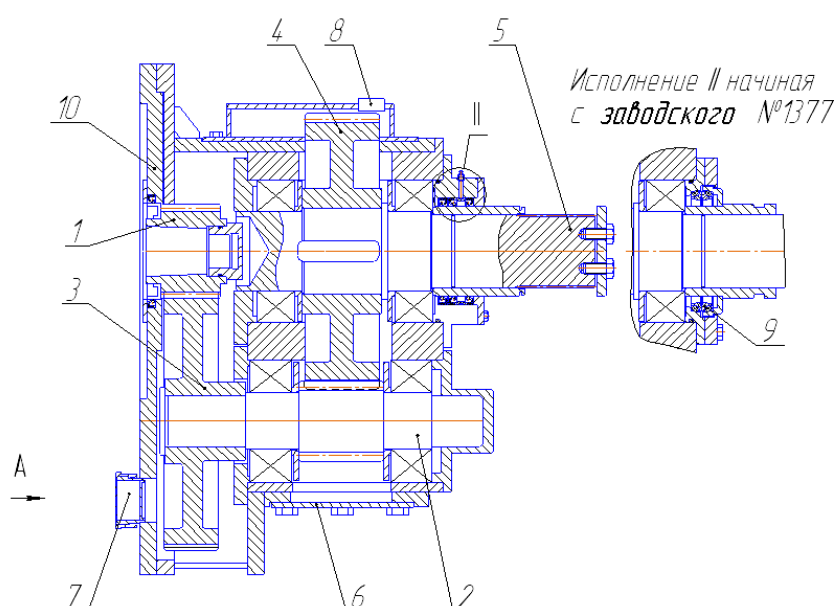


Рис. 1.12. Редуктор: 1 - ведущая шестерня; 2 - вал-шестерня; 3 - колесо; 4 - колесо; 5 - вал; 6 - крышка; 7 - сапун; 8 - сливная заглушка; 9 – уплотнение торцевое TLDOA 1830; 10 – фланец

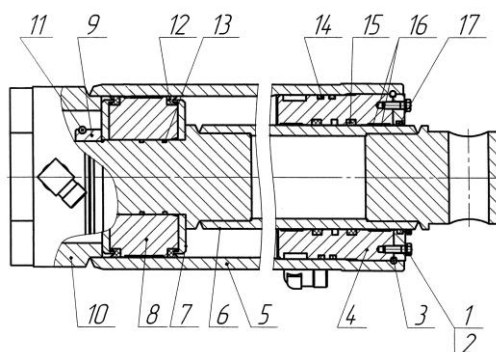


Рис. 1.13. Гидроцилиндр подачи: 1-болт; 2-крышка; 3-кольцо; 4-крышка; 5-цилиндр; 6-шток; 7-кольцо; 8-поршень; 9-крышка задняя; 10-кольцо стопорное; 11-гайка; 12, 15-манжеты; 13, 14-кольца; 16-кольцо штоковое; 17-грязесъёмник

Применение канатно-полиспастной системы и возможность установки шинно-зубчатой муфты (рис. 1.14) в буровом органе станка позволяет несколько снизить пиковые нагрузки при бурении сложноструктурных горных массивов. Однако механические демпфирующие элементы являются неуправляемыми в процессе бурения и не позволяют избежать поперечной вибрации бурового става, возникновение которой требует снижения производительности станка.

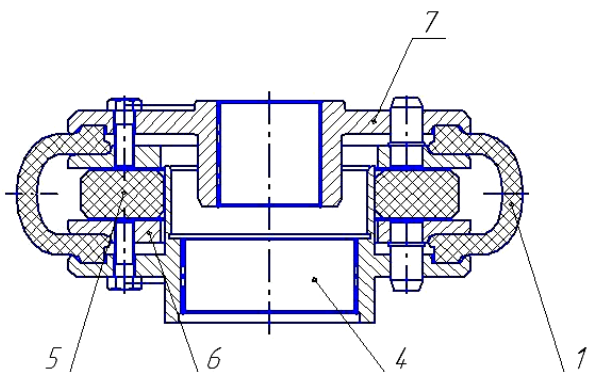


Рис. 1.14. Муфта шинно-зубчатая: 1 - оболочка высокоэластичная; 4 - полумуфта зубчатая; 5 - прокладка; 6 - полукольцо; 7 – полумуфта

Применяемые на станках типоразмеров СБШ -200 и СБШ–250 гидроприводы подачи, состоящие из маслососа нерегулируемой производительности с предохранительным клапаном и гидроцилиндров с дросселем на сливе, имеют жесткие (неэластичные) характеристики, что необходимо учитывать при разработке и оценке режимов бурения пород средней крепости и слабых в особенности режущими долотами.

Более благоприятны системы подачи с тяговой лебедкой (рис. 1.15), как это имеет место на станках СБШ–250/270–60 (РД-10) и СБШ–320. Стойкость буровых долот при системе подачи с тяговой лебедкой оказывается более высокой. В таких ВПМ также присутствует канатно-полиспастный механизм, который способствует небольшому снижению пиковых ударных нагрузок при бурении сложноструктурных горных массивов. Однако, замена гидроцилиндров механизма подачи рабочего органа на асинхронные электродвигатели позволяет снижать не только пиковые нагрузки, но и выравнивать меха-

ническую нагрузку в более длительные промежутки времени за счет более мягкой механической характеристики.

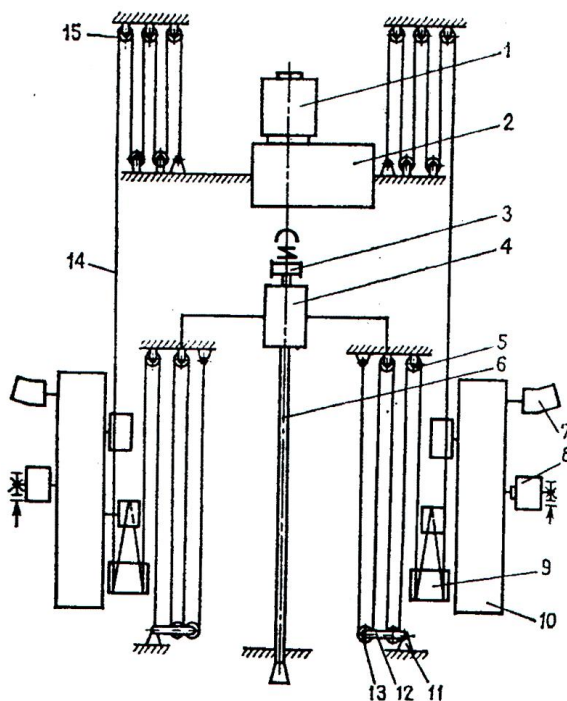


Рис. 1.15. Кинематическая схема вращательно-подающего механизма станка СБШ–250/270–60, СБШ-320: 1 – электродвигатель; 2 – редуктор; 3 – шинно-шлицевая муфта; 4 – опорный узел; 5 – блоки натяжных устройств; 6 – штанга; 7 – гидромотор; 8 – электродвигатель; 9 – приводной барабан; 10 – лебедка; 11 – натяжное устройство; 12 – рычаг; 13 – блоки натяжных устройств; 14 – канат; 15 – верхние блоки

Мачта с вращательно-подающим механизмом станка СБШ–250/270–60 представлены на рис. 1.16.

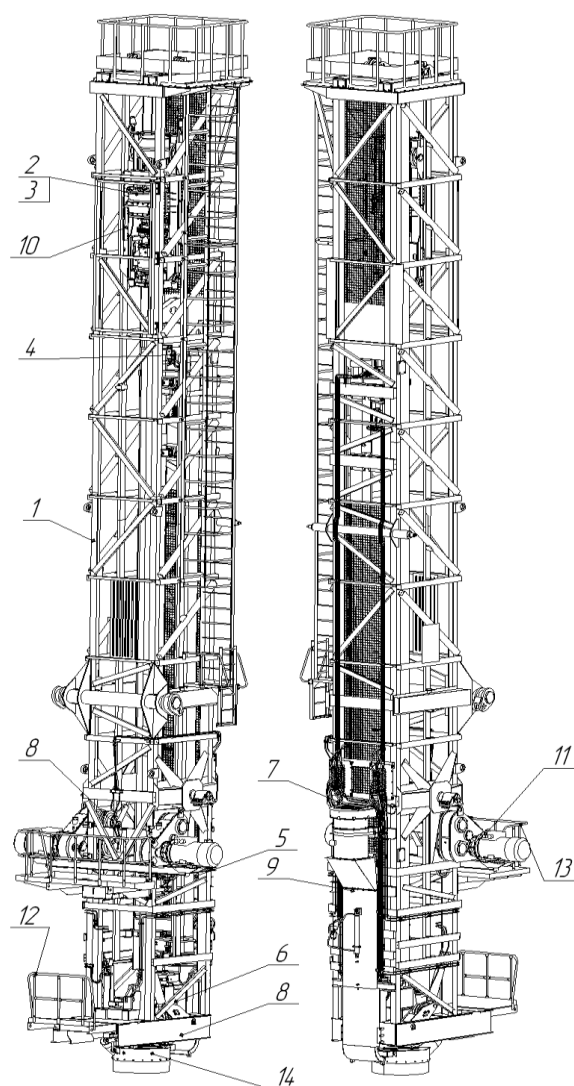


Рис. 1.16. Мачта: 1 – каркас; 2 – гирлянда; 3 – головка бурового снаряда; 4 – установка сепараторов; 5 – механизм подачи; 6 – устройство для разбора бурового става; 7 – блок гидроаппаратуры; 8 – установка люнетов; 9 – таль электрическая; 10 – установка конечных выключателей; 11 – электрокоммуникации; 12, 13 – трапы; 14 – установка камеры пылесадительной

Буровая головка, редуктор вращателя, шинно-зубчатая муфта и лебедка механизма подачи станка представлены на рисунках 1.17 – 1.20.

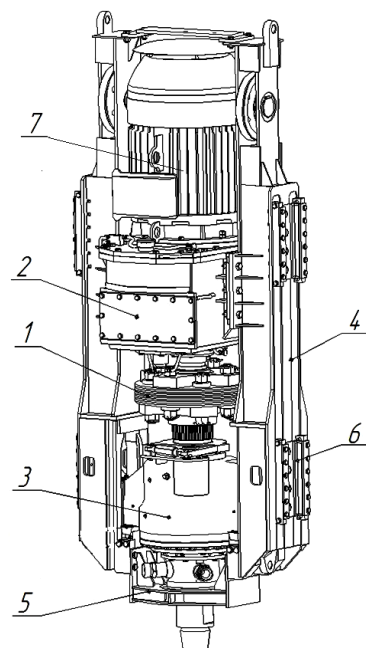


Рис. 1.17. Головка бурового снаряда: 1 – муфта; 2 – редуктор вращателя; 3 – опорный узел; 4 – каретки с блоками; 5 – траверса; 6 – вкладыши полиуретановые; 7 – электродвигатель

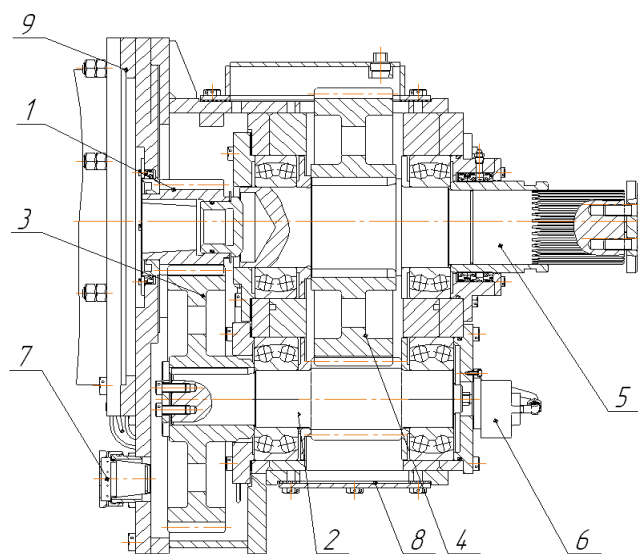


Рис. 1.18. Редуктор вращателя: 1 – ведущая шестерня; 2 – вал-шестерня; 3 – зубчатое колесо; 4 – колесо; 5 – вал; 6 – крышка; 7 – сапун; 8 – шуп; 9 – фланец

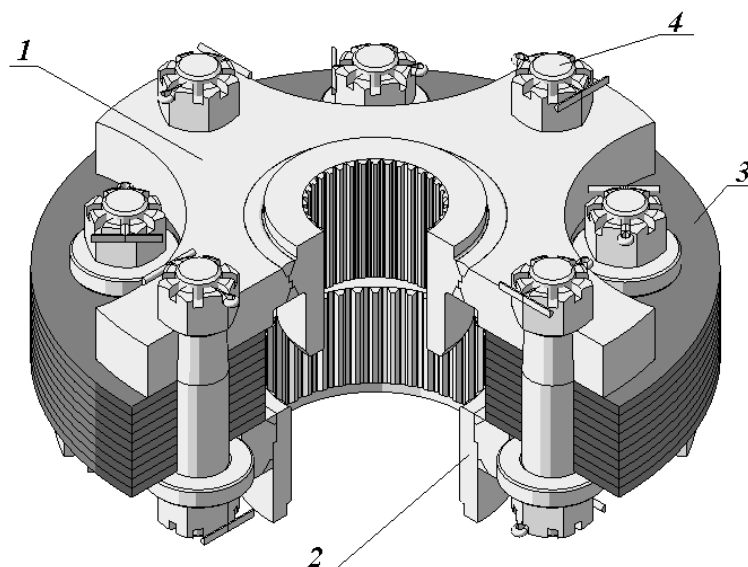


Рис. 1.19. Шинно-зубчатая муфта: 1 – полумуфта; 2 – полумуфта; 3 – кольцо; 4 – палец

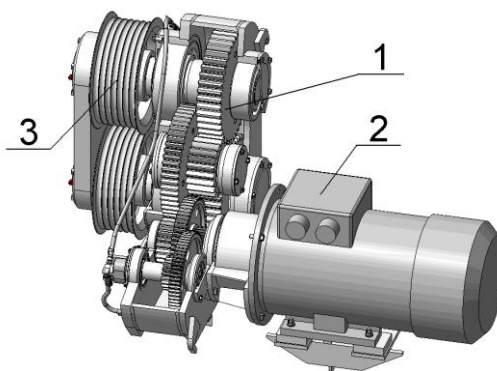


Рис. 1.20. Лебедка подачи: 1 – редуктор; 2 – электродвигатель; 3 – барабан

Данный станок является новой разработкой завода ООО «Рудгормаш-Воронеж», отличается возможностью однозаходного бурения скважин до 11 м. Благодаря применению лебедок в механизме подачи рабочего органа несколько мягче воспринимаются ударные нагрузки. Все современные электрические станки Рудгормаш оснащаются эффективными источниками электроэнергии на основе преобразователей частоты напряжения. По требованию заказчика станки оснащаются различной приборной базой, оснащением кабины, учитываются пожелания по усилению рамы и других несущих элементов.

В настоящее время ООО «Рудгормаш-Воронеж» налажен выпуск станков шарошечного бурения СБШ 160/200-40 Д и СБШ 250 Д с дизельным приводом. Принципиальных отличий в устройстве вращательно-подающих

механизмов со станками соответственно СБШ 160/200-40 и СБШ 250 МНА-32 не имеется.

Выпускаемый в настоящее время для железнорудных карьеров тяжелый станок СБШ-270/311 КП (каркасно-платформенного типа) имеет вращательно-подающий механизм с канатно-полиспасной системой (рис.1.21) и гидроцилиндрами подачи.

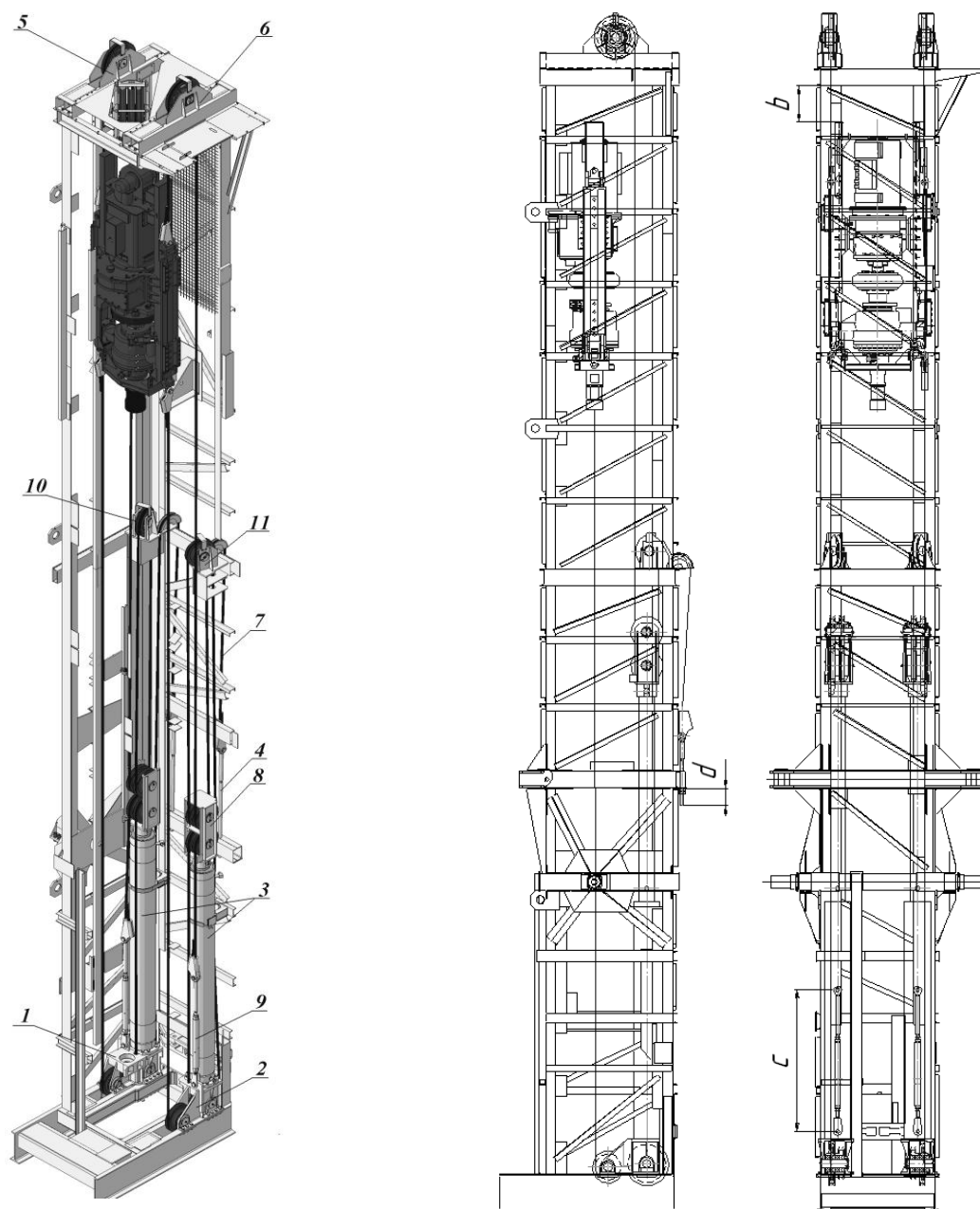


Рис. 1.21. Вращательно-подающий механизм станка СБШ-270/311 КП: 1 – блоки нижние правые; 2 – блоки нижние левые; 3 – цилиндр подачи; 4 – винт натяжной; 5 – опора блоков правые;; 6 – опора блоков левая; 7 – канат; 8 – блочная обойма; 9 – муфта стяжная

Головка бурового снаряда, редуктор вращателя и шинно-зубчатая муф-

та станка СБШ-270/311 КП показаны на рисунках 1.22 – 1.24.

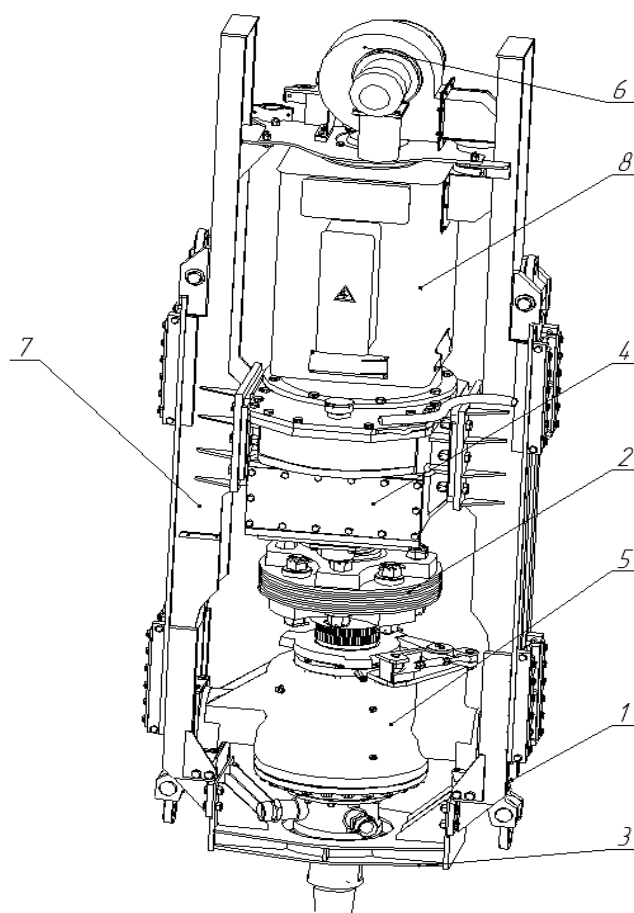


Рис. 1.22. Головка бурового снаряда: 1 – ползун; 2 – муфта шинно-зубчатая; 3 – траверса; 4 – редуктор вращателя; 5 – узел опорный; 6 – установка вентиляционная; 7 – каретка; 8 – электродвигатель

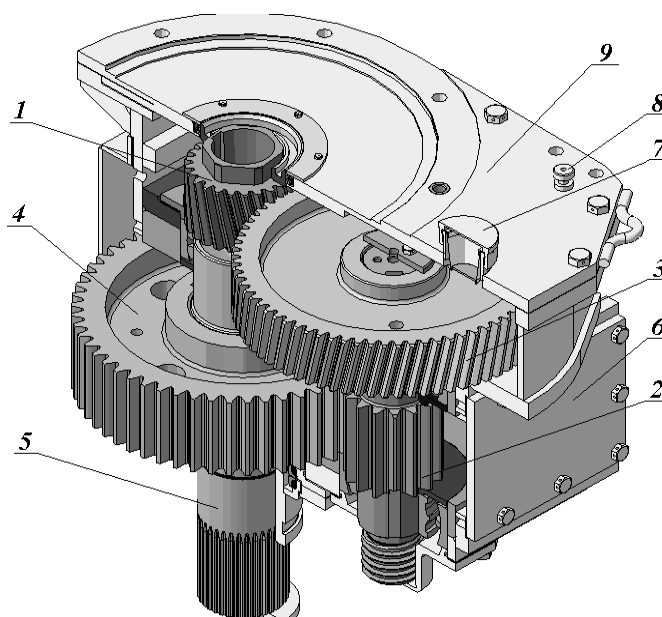


Рис. 1.23. Редуктор вращателя: 1 – ведущая шестерня; 2 – вал-шестерня; 3 – зубчатое колесо; 4 – колесо; 5 – вал; 6 – крышка; 7 – сапун; 8 – шуп; 9 – фланец

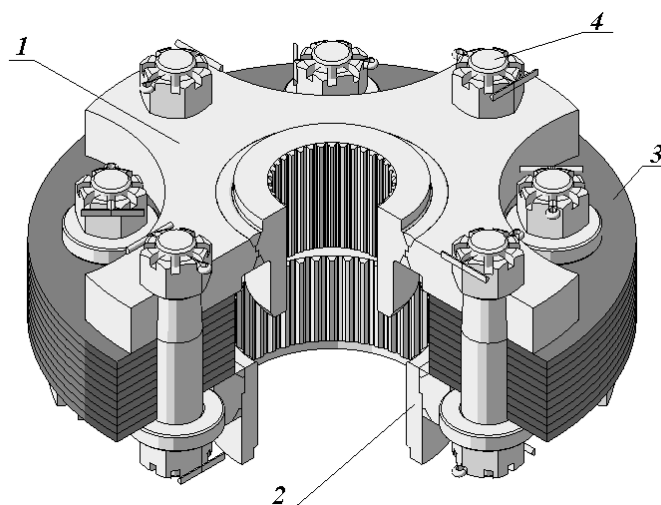


Рис. 1.24. Муфта шинно-зубчатая: 1 – полумуфта; 2 – полумуфта; 3 – кольцо; 4 – палец

По данным завода-изготовителя ООО «Рудгормаш-Воронеж» за 2014 г., выпускаемые станки шарошечного бурения имеют следующие технические характеристики (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Характеристики выпускаемых станков шарошечного бурения заводом ООО УГМК «Рудгормаш-Воронеж»

Наименование параметра	Модель станка					
	СБШ 160/200-40	СБШ 160/200-40 Д	СБШ-250МНА-32	СБШ 250 Д	СБШ-250/270 - 60	СБШ-270/311 КП
1 Диаметр бурения, условный, мм	(160; 171; 215)*	(160; 171; 215)*	250	200 - 270	250, 270	270, 311
2 Длина буровой штанги	2	2	8	9,85	11,6	7,25
3 Максимальная глубина бурения, м:	40	40	32	37	58	29
4 Углы бурения наклонных скважин от вертикали, град	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30	0;5;10; 15;20;25; 30
5 Верхний предел частоты вращения бурового става, об/мин	120	120	120	150	100	110
6 Верхний предел уси-	235	235	300	300	300	350

ля подачи, кН						
7 Максимальный крутящий момент бурового снаряда, Нм (кГм)	6867(700)	6867(700)		1300		
8 Скорость подачи при бурении, м/мин	0 – 8	0 – 8	0 – 3	0 – 6	0 – 6	0 – 3
9 Скорость спуска и подъема бурового снаряда, м/мин	0 – 15	0 – 15	12	15 / 25	22	13
10 Максимальная скорость передвижения станка, км/час	1,5	1,5	1,14	2,5	1,5	1,15
11 Тип двигателя	Электр.	Дизель	Электр.	Дизель	Электр.	Электр.
12 Установленная мощность, кВт, не более	387	485	505	485	709	584
13 Номинальное напряжение питания станка, В	380		380		380	6000
14 Напряжение питания систем управления станка, В		24		24	50	50
15 Наибольший преодолеваемый угол при передвижении, град	12	12	12	12	12	12
16 Производительность компрессора, м³/мин	25±1,25	25±1,25	32	28	43	50 – 3,5
17 Давление сжатого воздуха, номинальное, абсолютное, МПа (кГс/см²)	0,787 (8)	0,787 (8)	0,7 (7)	0,7 (7)	0,787 (8)	0,787 (8)
18 Габаритные размеры, м а) с поднятой мачтой: - длина - ширина - высота б) с опущенной мачтой: - длина - ширина - высота	10,8 5,4 13,3 13,5 5,4 6,1	10,0 5,6 13,5 13,0 5,6 6,1	10,5 5,7 16,2 15,6 5,7 6,6	11,8 6,9 18,45 18,1 6,9 7,1	14,1 6,5 21,2 20,9 6,5 8,0	13750 ± 340 6500 ± 210 19500 ± 500 19000 ± 485 6500 ± 210 7100± 220
Масса станка, т	50	50	85	108	120	

2.2 Сравнительный анализ применения отечественных и зарубежных буровых станков

В настоящее время в результате многочисленных слияний и поглощений в мире осталось не так много компаний-производителей станков для бурения взрывных скважин на открытых горных работах [18].

Основные зарубежные фирмы-поставщики буровой техники:

- Caterpillar, взявшая в 2011 году под контроль корпорацию Bucyrus, которая ранее, в свою очередь, присоединила к своим активам корпорацию Terex, в своё время купившую фирму Reedrill;
- Atlas Copco, которая расширила линейку своих буровых станков, присоединив к себе американскую компанию Ingersoll-Rand;
- Sandvik, выпускающая буровые станки фирмы Driltech;
- P&H Mining Equipment, которая входит в корпорацию Joy Global.

В России основными производителями буровых станков для карьеров являются:

- УГМК-«Рудгормаш» (г. Воронеж);
- Бузулукский завод тяжелого машиностроения, г. Бузулук;
- ИЗ-КАРТЭКС (Объединённые машиностроительные заводы), г. Колпино.

Краткая характеристика бурового оборудования зарубежных фирм приведена в табл. 1.3. В табл. 1.4 показаны параметры буровых станков отечественных производителей.

Таблица 1.3.

Техническая характеристика буровых станков зарубежных производителей

Фирма-производитель, модель	Диаметр бурения, мм	Глубина бурения, м	Бурение за один проход, м	Усилие подачи, кН	Тип привода	Масса станка, т
Caterpillar (Bucyrus — Terex — Reedrill)						
MD 6240 Series	152 – 270	до 55,5	12,8 – 15,8	222	дизель	62,7
MD 6290 Series	152 – 270	до 52,7	8,6 – 11	277	дизель	54,6
MD 6420 Series	229 – 311	до 74	10,3 – 16,5	382	дизель	95,6
MD 6540 Series	229 – 381	до 85	16,5 – 20	382	электри-	131,1

					ческий	
MD 6640 Series	251 – 406	до 85,3	19,81	627	электри- ческий	154
MD 6750 Series	273 – 444	39,6	18,3	733	электри- ческий	183,7
Atlas Copco (Ingersoll-Rand)						
DM25-SP	102 – 178	15,2	12,2	111	дизель	28
DM30	127 – 171	45	7,9	133	дизель	28
T4BH	143 – 251	54	6,8 – 8,4	133	дизель	26
DM45	149 – 229	53,3	8,5	200	дизель	41
DML-SP	152 – 251	18,3	15,2 – 18,3	240	дизель	45
DML	149 – 270	62,5	8,5; 9,1	267	дизель	50
PV235	152 – 251	73; 64; 54,9	12,2; 10,7; 9,15	267	дизель	58
DM – M3	251 – 311	73,2	11,3	400	дизель	104
PV271	171 – 270	32	16,8	311	дизель	84
PV275	171 – 270	59,4	11,3	311	дизель	79,4
PV351	270 – 406	41,1	19,8	534	дизель; электри- ческий	188
Sandvik — Tamrock — Driltech						
D25KS	127 – 172	27	8,7	124	дизель	32,7
D245S	127 – 203	45	8,7	178	дизель	35
D45KS	152 – 229	63	8,7	200	дизель	47,6
D50KS	152 – 229	45	8,7	222	дизель	47,6
D55KS	172 – 254	17	17	200	дизель	61,2
D75KS	229 – 279	53	10,7	334	дизель	63,5
D90KS	229 – 381	85	12,2	400	дизель	140,6
1190E	229 – 381	85	12,2	400	дизель; электри- ческий	145,2
DR460	251 – 311	75	12,3	356	дизель	93,4
P&H Mining Equipment						
P&H 250XP-DL	204 – 349	85	12	422	дизель	113,4
P&H 250XP-ST	204 – 349	60	19,8	422	дизель	113,4
P&H 250 hard rock	204 – 349	60	19,8	490	дизель	145
P&H320XPC	до 559	60	19,8	667	электри- ческий	165
Shramm						
T450BH	До 165	38	7,6	78	дизель	19,5
T450WS	165	91,5	6,1	100	дизель	22,7
T555	165	53	6,1 или 7,6	133	дизель	23,1
T685WS	165	53	6,1 или 7,6	156	дизель	25,9

Анализ данных табл. 1.3, 1.4 показывает более широкий спектр выпускаемого бурового оборудования зарубежных фирм в сравнении с российскими производителями. Все зарубежные фирмы изготавливают как легкие станки с диаметром бурения менее 200 мм и массой 30 – 40 т, так и мощные

станки для бурения скважин более 380 мм и массой от 140 т (кроме P&N Mining Equipment, выпускающего только мощное оборудование). Зарубежную технику отличает универсальность: возможность комплектации оборудованием как для шарошечного, так и для пневмоударного бурения.

Особенности современных станков зарубежного производства:

- гидропривод основных механизмов (вращатель, механизм подачи, хода и т. д.);
- централизованная смазка;
- дистанционное управление бурением и перемещением станка;
- применение дизельного или электрического привода;
- варьирование комплектующих, соответственно для бурения тех или иных горных пород;
- пылеподавление по сухому либо мокрому способу;
- автоматическая система пожаротушения;
- наличие комфортабельной кабины с кондиционером.

Зарубежная буровая техника снабжена информационно-диагностической системой (ИДС), которая имеет:

- программу контроля параметров бурения по заданному давлению в гидросистеме;
- расширенную диагностику / поиск неисправностей;
- систему защиты от ошибок машиниста (выключение при перегреве долота, блокировка кассеты, программное обеспечение защиты штанг и т. д.);
- коммуникационные связи.

Современные станки для карьеров как зарубежные, так и отечественные имеют компьютерную систему, отслеживающую показания приборов с выводом на центральную панель. Кроме того, любые станки шарошечного бурения могут оснащаться системой спутникового позиционирования GPS/ГЛОНАС. Однако все существующие системы автоматики не позволяют эффективно регулировать режимные параметры в процессе бурения в зави-

симости от изменяющихся характеристик породного массива.

Таблица 1.4

Техническая характеристика буровых станков российского производства

Модель	Диаметр скважины, мм	Глубина бурения, м	Усилие подачи, кН	Скорость передвижения, км / ч	Компрессор	Привод	Масса станка, т
«Рудгормаш»							
СБШ-160 / 200-40Д	160 – 215	40	235	0 – 1,3	ВНИИкомпрессормаш, Atlas Copco 25 700	дизель Cummins QSK19, 485 кВт	50
СБШ-250 / 270 – 60	250; 270	60	350	0 – 1,3	ВНИИкомпрессормаш, Atlas Copco 32 680	электрический	90
СБШ-250МНА-32	250; 270	32; 47	350	0 – 1,8	ВНИИкомпрессормаш, Atlas Copco 32 680	электрический, 430 – 500 кВт	85 – 90
СБШ-250МНА-32 КП	250; 270; 311	32	350	0 – 1,8	ВНИИкомпрессормаш, Atlas Copco 50 680	электрический, 600 кВт	120
СБШ-160 / 200-40Д	160 - 215	40	235	0 – 1,3	ВНИИкомпрессормаш, Atlas Copco 25 700	дизель Cummins QSK19, 485 кВт	50
Бузулукский ЗТМ							
ЗСБШ-200-60	200; 250	60	300	0,75	ВНИИкомпрессормаш	32	700
6СБШ-200-32	200; 250	40	300	0,75	ВНИИкомпрессормаш	25	700
ИЗ-КАРТЭКС (ОМЗ)							
СБШ-270ИЗ	250; 270	32	450	0 – 1,47	Пензакompрессормаш	38	500
СБШ-270 34	250; 270	34	350	0 – 1,47	Пензакompрессормаш	38	500

В планах развития отечественной буровой техники предусматривается создание станков шарошечного бурения диаметром до 320 – 350 мм; совершенствование автоматизации управления станками; осуществление бурения скважин глубиной до 20 – 25 м единой буровой штангой; освоение новых типов шарошечных долот и применение многоцелевых станков, на которых могут быть использованы различные принципы бурения.

В конструкциях станков современных моделей наблюдается устойчи-

вая тенденция гидрофикации основных приводов, что обеспечивает меньшую массу, возможность широкого регулирования характеристик, удобство в управлении и сравнительно несложное обслуживание. Зарубежные фирмы предлагают заказчику, как правило, широкий диапазон диаметров бурения, длин и диаметров штанг, возможных глубин бурения (с наращиванием или без наращивания става), мощностей первичного привода, производительностей компрессоров и т. д. [3].

Наиболее популярными производителями универсальных буровых станков легкого и среднего класса являются фирмы Atlas Copco и Sandvik-Tamrock-Driltech. В станках этих компаний применяется единый первичный двигатель (дизельный или высоковольтный электрический), приводящий в действие компрессор и насосную станцию. Последняя обеспечивает работу всех приводов и агрегатов станка, что позволяет обходиться одним оператором. Фирма Atlas Copco выпускает семейство из девяти моделей полностью гидрофицированных станков [4].

Мнение отдельных специалистов, что буровые станки западных производителей существенно эффективнее российских, не подтверждается данными потребителей. Например, эксплуатация буровых станков на ОАО «Гранит-Кузнечное» Ленинградской области (данные за первое полугодие 2005 г.) показала, что себестоимость обустройства 1 м³ горной массы станком СБШ-250МНА-32 1998 года выпуска на 40 % ниже, чем станком ударно-вращательного действия ROC L8 2004 года выпуска. По причине необеспеченности запасными частями при использовании импортных станков увеличивается время простоев. Чрезвычайно высока и сама стоимость запасных частей.

Анализ эксплуатации отечественного парка тяжёлых станков вращательного бурения шарошечными долотами показывает, что на крепких породах лучше других зарекомендовал себя СБШ-250МНА-32 производства УГМК-Рудгормаш. Данный станок проектировался специально для рудных карьеров. Неоднократные модификации этого станка позволяют ему противостоять моральному устареванию, связанному с давним сроком его конст-

руирования.

Станок СБШ-270ИЗ Ижорского завода отличается от СБШ-250МНА-32 мачтой открытого типа, штангой длиной 11 м, более мощным компрессором, механизмом передвижения, заимствованным у серийного экскаватора. Он обладает более чем в полтора раза более высокой массой. Станок обеспечивает весьма высокопроизводительную работу при бурении относительно слабых пород за счёт лучшего выноса бурового шлама, сокращения времени вспомогательных операций.

Сравнительные данные по эксплуатации отечественных и зарубежных буровых станков

Как показывает практика, при бурении крепких пород станки СБШ-250МНА-32 по среднегодовой производительности не уступают зарубежным аналогам [1].

В целом сложилось мнение, что станки Atlas Copco, Tamrock, Reedrill и других западных фирм более производительны в сравнении с СБШ-250МНА-32 за счёт применения дизельного привода, что делает их независимыми от отключения энергии на карьере и даёт выигрыш при перемещении станка с одного бурового блока на другой. В то же время затраты по энергоносителям для дизельных станков превышают затраты по СБШ-250МНА-32 в 2 – 6 раз (табл. 1.5). Кроме того, по данным АО «Полюс» годовая заявка на запчасти в перерасчёте на один станок производства Atlas Copco — 4,75 млн руб., на один станок производства «Рудгормаш» — 1,4 млн руб.

Таблица 1.5

Показатели эксплуатации российских и зарубежных буровых станков

Предприятия	Категория пород по трудности бурения	Марка бурового станка	Фирма-производитель	Год ввода в эксплуатацию	Ед.	Показатели бурения		
						Диаметр, мм	Производительность, тыс. п. м/год	Себестоимость, руб./п. м
ОАО «Качканарский ГОК «Ванадий» (данные на октябрь 2008 г.)	12...14	СБШ-270ИЗ	ИЗ-КАРТЭКС	1999	1	250	40,1	232
		СБШ-250МНА-32	Рудгормаш	1988—2003	19	250	34,4	322
		SKS	Terex	2004	1	250	90	381
		D75 KS	Sandvik	2006	1	250	75	470
		PV-275	Atlas Copco	2010	1			Станок контрактора
ОАО «Апатит» (данные 2007 г.)	10...12	D60 KS	Sandvik	2000, 2001	2	250	57	292
		СБШ-250МНА-32	Рудгормаш	1998—2005	15	250	55,7	230
ОАО «Карельский окатыш» (данные на октябрь 2010 г.)	13...19 (ср. — 16)	СБШ-270ИЗ	ИЗ-КАРТЭКС	1999;2000	2	250	67,3	Н. д.
		СБШ-250МНА-32	Рудгормаш	1994—2006	13	250	64,4	Н. д.
		SKS	Terex	2005	3		61,7	Н. д.
		PV-275	Atlas Copco	2010	1	н. д.	8,9 среднемес.	Станок контрактора
ОАО «Лебединский ГОК» (данные на декабрь 2010 г.)	15...17	СБШ-270ИЗ	ИЗ-КАРТЭКС	2000—2008	7	250	36,3	Н. д.
		СБШ-250МНА-32	Рудгормаш	1985—2008	13	250	33,1	Н. д.
		PV-275	Atlas Copco	2008	2	250	28,4	Н. д.

В последние годы на российских железорудных карьерах находит применение практика бурения импортными станками, которые не стоят на балансе горного предприятия, а арендуются у фирмы-контрактора. В 2011 году использование станков контракторов имеет место на ОАО «Качканарский ГОК «Ванадий», ОАО «Карельский окатыш», ОАО «Ковдорский ГОК». Преимущество такого использования: комбинат не несёт убытков от простоев станков из-за поломок.

Помимо упомянутых станков, в карьерах могут найти применение или уже используются и другие буровые станки (табл. 1.6).

Таблица 1.6

Буровые станки компании Unitools

Характеристика	HSB 500	HSB 1000	HSB 2000	HSB 3000
Диаметр бурения, мм	85–130	110–165	110–171	110–203
Угол бурения	0–90°	0–90°	0–90°	0–90°/60–90°
Глубина бурения, м	36 м	36 м	33–45 м	45 м
Мощность двигателя	151 кВт	186 кВт	186–354 кВт	292–354 кВт
Давление/подача воздуха компрессором	1,4 МПа/ 11 м3/мин	1,6 МПа/ 14 м3/мин	1,6–2,5 МПа/ 14–22 м3/мин	2–2,5 МПа/ 20–25 м3/мин
Усилие подачи	0–40 кН	0–40 кН	0–40 кН	0–50 кН
Крутящий момент, Нм	0–2500 Нм	0–2500/4200 Нм	0–2500/4200 Нм	0–5200 Нм
Длина штанги, мм	3000/4000	4000	3000/4000/5000	5000
Диаметр штанги, мм	70–89	70–89	76–102	89–114
Вес, т	12,5	14,5	16,5–22	22–25

На железорудных карьерах России преобладает диаметр скважин 244,5÷250,8 мм при бурении станком СБШ-250МНА-32. Диаметр 269,9 мм считается увеличенным. С точки зрения производительности бурения и стойкости долот, бурение скважин диаметром 300 – 310 мм представляется целесообразным осуществлять станком СБШ-250МНА-КП каркасно-платформенного типа.

С учётом всего отмеченного, на наш взгляд, назрела необходимость разработки и применения на карьерах универсального бурового станка со следующими характеристиками:

- с электрическим приводом (дизельный — как вариант, исполняемый по заказу);
- с бурением шарошечными долотами скважин диаметром 160 – 270 мм. Ограничение максимального диаметра скважин 250 – 270 мм обусловлено тем, что увеличение диаметра бурения утяжеляет буровой станок и приводит к нецелесообразности бурения скважин уменьшенного диаметра;
- с бурением скважин на 15-метровых уступах двумя штангами;
- с бурением скважин диаметром 170 – 200 мм по последним рядам на вскрыше, на приконтурных блоках и по всем рядам на руде;
- с бурением скважин диаметром 250 – 270 мм по основным рядам на вскрыше.

Таким образом, на современных карьерах основным при бурении взрывных скважин является шарошечный тип бурения. Не предвидится за-

мены этому типу бурения и на перспективу.

2.3 Анализ технико-экономических показателей бурения взрывных скважин отечественными и зарубежными шарошечными станками и инструментами

Стоимость долот и их стойкость. Стойкость шарошечного долота зависит, во-первых, от крепости буримых пород и их свойств, во-вторых, от типа долота и его конструктивных параметров, качества изготовления, правильной организации буровых работ и т. д. Обычно этот параметр определяется по данным эксплуатации применяемых на карьере буровых станков и соответствующих долот.

На Черногорском угольном разрезе компании ЗАО «Хакасвзрывпром» применяется два типа долот: долота завода «Уралбурмаш» – 250,8 ТКЗ-ПГВ и долота Atlas Copco - 250.

В табл. 1.8 отражены стоимость и стойкость долот, эксплуатируемых на Черногорском угольном разрезе за 2012 г.

Таблица 1.8

Сравнительная характеристика стоимости долот и их стойкости за 2012 г.

Тип станка	СБШ-250 МНА-32	СБШ-250 Д	Atlas Copco DML
Тип шарошечного долота, применяемого на станке	250,8 ТКЗ-ПГВ	250,8 ТКЗ-ПГВ	Atlas Copco - 250
Вскрышной уступ	56тр, 4жд, 56тр 267, 56тр 467, 56тр 78	Безымянный Степной, Мощный 024, Уголь Гигант 012 476, Гигант 012, Гигант запад 53, Мощный 76 центр	Двухаршинный, 56тр, Гигант 032 78, Мощный 0 476, Уголь Гигант 36, Гигант 340, Гигант 024 587
Общий расход долот, шт.	16	20	13
Стоимость долота, тыс. руб./шт.	42	42	84
Объем бурения, пог. м	143 902	167 090	201 872

Количество часов	6 228	7 412	7 560
------------------	-------	-------	-------

По данным табл. 1.16 можно сделать вывод, что долота фирмы Atlas Сорсо-250 надежнее и устойчивее по сравнению с долотами фирмы «Урал-бурмаш».

Расчет производительности станков отечественного производства СБШ-250МНА-32 и СБШ-250Д

<i>Параметры станков:</i>	СБШ-250	СБШ-250Д
Диаметр скважины, м	250	250
Коэффициент крепости породы	9	9
Усилие подачи, кН	300	350
Частота вращения долота, с ⁻¹	3,5	4
Высота уступа, м	36	32

Величина осевого усилия подачи

для СБШ-250

$$P_{oc} = 10^{-2} \cdot K \cdot f \cdot d = 10^{-2} \cdot 8 \cdot 9 \cdot 250 = 180 \text{ кН} ,$$

где f – коэффициент крепости породы; d – диаметр долота, мм.

для СБШ-250Д

$$P_{oc} = 10^{-2} \cdot K \cdot f \cdot d = 10^{-2} \cdot 8 \cdot 9 \cdot 250 = 180 \text{ кН} ,$$

где $K = 6-8$ – большие значения для более крупных долот.

Техническая скорость бурения

для СБШ-250

$$V = \frac{3 \cdot P_{oc} \cdot \omega \cdot K_{фш}}{10^4 \cdot f \cdot d^2} = \frac{3 \cdot 180 \cdot 3,5 \cdot 1,3}{10^4 \cdot 9 \cdot 0,25^2} = 0,44 \text{ м/мин} ,$$

где ω - частота вращения долота, с⁻¹; d – диаметр долота, м.

для СБШ-250Д

$$V = \frac{3 \cdot P_{\text{ос}} \cdot \omega \cdot K_{\text{фш}}}{10^4 \cdot f \cdot d^2} = \frac{3 \cdot 180 \cdot 4 \cdot 1.3}{10^4 \cdot 9 \cdot 0.25^2} = 0,5 \text{ м/мин},$$

где $K_{\text{фш}}$ – коэффициент формы зубьев шарошечного долота, $K_{\text{фш}}=1,3$.

Расчет эксплуатационной производительности станков

Сменную и эксплуатационную производительность бурового станка определяем с учетом использования станка в течение смены $K_{\text{и}}$ с затратами времени на вспомогательные операции $t_{\text{в}}$.

1. Для СБШ-250

$$Q_{\text{см}} = \frac{T_{\text{с}} \cdot K_{\text{п}}}{\frac{60}{V_{\text{бт}}} + t_{\text{в}}} = \frac{720 \cdot 0,75}{\frac{60}{44} + 1,2} = 211 \text{ м/см.}$$

для СБШ-250Д

$$Q_{\text{с.м}} = \frac{T_{\text{с}} \cdot K_{\text{и}}}{\frac{60}{V_{\text{бт}}} + t_{\text{в}}} = \frac{720 \cdot 0,75}{\frac{60}{50} + 1} = 245 \text{ м/см.}$$

где $T_{\text{с}}$ – продолжительность смены, $T_{\text{с}}=12 \text{ ч} = 720 \text{ мин}$; $K_{\text{п}}$ – коэффициент использования станка в смену, $K_{\text{п}}=75 \% = 0,75$; $t_{\text{в}}$ – время на вспомогательные операции.

1. Для СБШ-250

$$t_{\text{в}} = \frac{t_{\text{п}} + (t_{\text{нт}} + t_{\text{ут}}) \cdot (n_{\text{ш}} - 1)}{I_{\text{с}}} + \frac{t_{\text{зд}}}{I_{\text{сд}}} = \frac{15 + (3 + 3) \cdot (5 - 1)}{36} + \frac{12}{180} = 1,2 \text{ мин.}$$

2. Для СБШ-250Д

$$t_{\text{в}} = \frac{t_{\text{п}} + (t_{\text{нт}} + t_{\text{ут}}) \cdot (n_{\text{ш}} - 1)}{I_{\text{с}}} + \frac{t_{\text{зд}}}{I_{\text{сд}}} = \frac{12 + (3 + 3) \cdot (4 - 1)}{32} + \frac{12}{180} = 1 \text{ мин}$$

где $t_{\text{п}}$ – продолжительность подгона и установки станка на новую скважину; $t_{\text{п}} = 15 \text{ мин}$ для СБШ-250 ; $t_{\text{п}} = 12 \text{ мин}$ для СБШ-250Д; $t_{\text{нт}}$ – продолжительность наращивания бурового става на одну штангу, $t_{\text{нт}} = 3 \text{ мин}$; $t_{\text{ут}}$ – продолжительность укорачивания бурового става на одну штангу, $t_{\text{ут}} = 3 \text{ мин}$; $t_{\text{зд}}$ – время замены долота, $t_{\text{зд}} = 12 \text{ мин}$; $I_{\text{с}}$ – длина скважины; $I_{\text{сд}}$ – стойкость долота, $I_{\text{сд}} = 180 \text{ м}$.

1. Для СБШ-250 $n_{\text{ш}}$ – количество штанг, $n_{\text{ш}} = I_{\text{с}}/I_{\text{шт}} = 36/8 = 5 \text{ шт.}$;

2. Для СБШ-250Д $n_{ш}$ - количество штанг, $n_{ш} = I_c/I_{шт} = 32/9,85 = 4$ шт.

Годовая производительность станка

1. Для СБШ-250

$$Q_{год} = (T_k - T_v - T_{кл} - T_{рем} - T_{п}) \cdot n_{см} \cdot Q_{см} = \\ = (365 - 0 - 9 - 15 - 0) \cdot 2 \cdot 211 = 143\,902 \text{ м/год}$$

2. Для СБШ-250Д

$$Q_{год} = (T_k - T_v - T_{кл} - T_{рем} - T_{п}) \cdot n_{см} \cdot Q_{см} = \\ = (365 - 0 - 9 - 15 - 0) \cdot 2 \cdot 245 = 167\,090 \text{ м/год}$$

где T_k - календарное число дней в году; T_v - число выходных дней; $T_{кл}$ - количество дней простоя по климатическим условиям; $T_{рем}$ - число дней ППР; $T_{п}$ - количество праздничных дней в году; $n_{см}$ - количество смен в сутки, $n_{см} = 2$.

Расчет производительности станка зарубежного производства «Atlas Copco DML»

Параметры станка DML

Диаметр скважины, м	250
Коэффициент крепости породы	10
Усилие подачи, кН	272
Частота вращения долота, c^{-1}	4,5
Высота уступа, м	36

Величина осевого усилия подачи

$$P_{ос} = 10^{-2} \cdot K \cdot f \cdot d = 10^{-2} \cdot 8 \cdot 10 \cdot 250 = 200 \text{ кН},$$

где f – коэффициент крепости породы ; d – диаметр долота, мм; $K = 6 - 8$ – большие значения для более крупных долот .

Техническая скорость бурения

$$V = \frac{3 \cdot P_{ос} \cdot \omega \cdot K_{фш}}{10^4 \cdot f \cdot d^2} = \frac{3 \cdot 200 \cdot 4,5 \cdot 1,3}{10^4 \cdot 10 \cdot 0,25^2} = 0,56 \text{ м/мин},$$

где ω - частота вращения долота, с^{-1} ; d - диаметр долота, м; $K_{\text{фш}}$ - коэффициент формы зубьев шарошечного долота, $K_{\text{фш}}=1,3$.

Расчет эксплуатационной производительности станков

Сменная и эксплуатационная производительность бурового станка определяется с учетом использования станка в течение смены $K_{\text{и}}$ с затратами времени на вспомогательные операции $t_{\text{в}}$.

$$Q_{\text{см}} = \frac{T_{\text{с}} \cdot K_{\text{и}}}{\frac{60}{V_{\text{бт}}} + t_{\text{в}}} = \frac{720 \cdot 0,75}{\frac{60}{56} + 0,75} = 296 \text{ м/см},$$

где $T_{\text{с}}$ - продолжительность смены, $T_{\text{с}} = 12 \text{ ч} = 720 \text{ мин}$; $K_{\text{и}}$ - коэффициент использования станка в смену, $K_{\text{и}}=75 \% = 0,75$; $t_{\text{в}}$ - время на вспомогательные операции:

$$t_{\text{в}} = \frac{t_{\text{п}} + (t_{\text{нт}} + t_{\text{ут}}) \cdot (n_{\text{ш}} - 1)}{I_{\text{с}}} + \frac{t_{\text{зд}}}{I_{\text{сд}}} = \frac{10 + (2,5 + 2,5) \cdot (4 - 1)}{36} + \frac{10}{200} = 0,75 \text{ мин},$$

где $t_{\text{п}}$ - продолжительность подгона и установки станка на новую скважину; $t_{\text{п}}=10 \text{ мин}$; $t_{\text{нт}}$ - продолжительность наращивания бурового става на одну штангу; $t_{\text{нт}}=2,5 \text{ мин}$; $t_{\text{ут}}$ - продолжительность укорачивания бурового става на одну штангу, $t_{\text{ут}}=2,5 \text{ мин}$; $t_{\text{зд}}$ - время замены долота, $t_{\text{зд}} = 10 \text{ мин}$; $I_{\text{с}}$ - длина скважины: $I_{\text{с}}=36$; $I_{\text{сд}}$ - стойкость долота, $I_{\text{сд}} = 200 \text{ м}$.

Для DML: $n_{\text{ш}}$ - количество штанг, $n_{\text{ш}} = I_{\text{с}}/I_{\text{шт}} = 36/9,5 = 4 \text{ шт}$.

Годовая производительность станка

Для DML

$$\begin{aligned} Q_{\text{год}} &= (T_{\text{к}} - T_{\text{в}} - T_{\text{кл}} - T_{\text{рем}} - T_{\text{п}}) \cdot n_{\text{см}} \cdot Q_{\text{см}} = \\ &= (365 - 0 - 9 - 15 - 0) \cdot 2 \cdot 296 = 201872 \text{ м/год}, \end{aligned}$$

где $T_{\text{к}}$ - календарное число дней в году; $T_{\text{в}}$ - число выходных дней; $T_{\text{кл}}$ - количество дней простоя по климатическим условиям; $T_{\text{рем}}$ - число дней ППР; $T_{\text{п}}$ - количество праздничных дней в году; $n_{\text{см}}$ - количество смен в сутки, $n_{\text{см}} = 2$.

Сменная производительность буровых станков отечественного и зарубежного производства отражена на рис. 1.25.

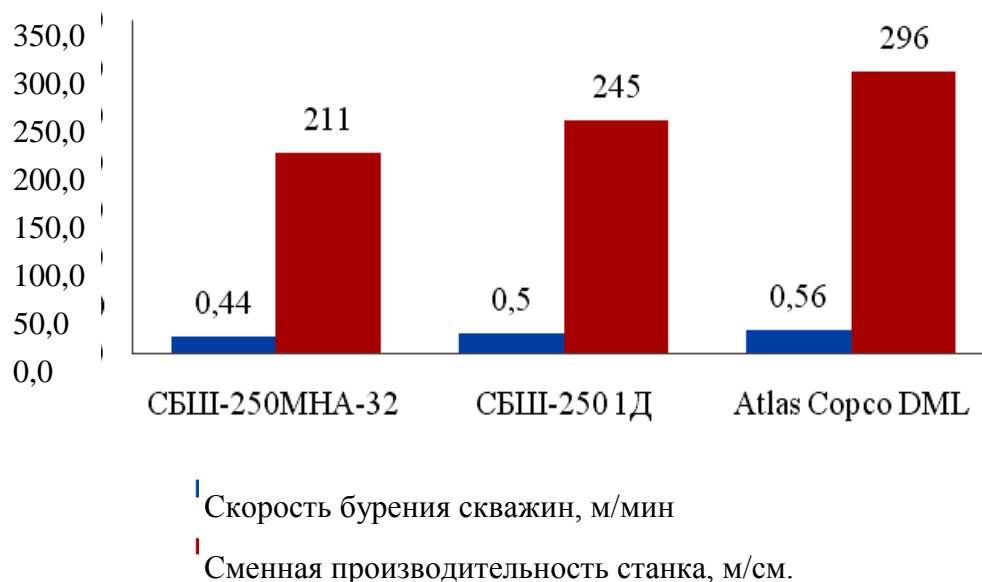


Рис. 1.25. Сменная производительность буровых станков отечественного и зарубежного производства

Из расчетов производительности буровых станков шарошечного бурения отечественного и зарубежного производства (рис. 1.25) следует, что зарубежный станок «Atlas Copco DML» имеет более высокие показатели производительности.

Расчет удельных показателей процесса бурения скважин отечественными станками

После расчета сменной производительности бурения можно определить себестоимость бурения 1 м скважины в зависимости от ее глубины L .

Себестоимость бурения 1 м скважины (в рублях на 1 м пробуренной скважины в смену) для станков СБШ-250МНА-32 и СБШ-250 1Д:

$$C = C_1 / P + C_2$$

$$C = 84564,39 / 211 + 312,4 = 713,2 \text{ руб./м}$$

$$C = 114657,17 / 245 + 312,4 = 780,4 \text{ руб./м,}$$

где C_1 – себестоимость машино-смены для рассматриваемых буровых станков для данного карьера, руб.; P – сменная производительность станка по бурению скважин определенной глубины L при заданной организации работ, м;

C_2 – себестоимость используемого бурового инструмента, отнесенного к глубине пробуренной скважины, руб./м.

Себестоимость машино-смены складывается из следующих затрат:

1. Для СБШ-250МНА-32

$$C_1 = C_{зп} + C_{ам} + C_{эл} + C_{м} + C_{т}$$

$$C_1 = 560,95 + 56912,34 + 5141,9 + 257,1 + 21692,1 = 84564,39 \text{ руб.}$$

2. Для СБШ-250 1Д

$$C_1 = C_{зп} + C_{ам} + C_{д} + C_{м} + C_{т}$$

$$C_1 = 560,95 + 59068,26 + 30965,76 + 1548,3 + 22513,9 = 114657,17 \text{ руб.,}$$

где $C_{зп}$ – сменные затраты на заработную плату бурильщика, руб.; $C_{ам}$ – сменные затраты на амортизационные отчисления, руб.; $C_{эл}, C_{д}$ – сменные затраты на потребляемую электроэнергию или на расход дизельного топлива при работе бурового станка с передвижным компрессором для получения сжатого воздуха, руб.; $C_{м}$ – сменные затраты на вспомогательные материалы, используемые при бурении, руб.; $C_{т}$ – сменные затраты на текущие ремонты станка и на его капитальный ремонт, руб.

Расчет удельных показателей процесса бурения скважин зарубежными станками

Себестоимость бурения 1 м скважины (в рублях на 1 м пробуренной скважины в смену) для Atlas Copco DML:

$$C = C_1 / P + C_2,$$

$$C = 150040,9 / 296 + 561,5 = 1068,4 \text{ руб. / м,}$$

где C_1 – себестоимость машино-смены для рассматриваемых буровых станков для данного карьера, руб.; P – сменная производительность станка по бурению скважин определенной глубины L при заданной организации работ, м; C_2 – себестоимость используемого бурового инструмента, отнесенного к глубине пробуренной скважины руб./м.

Себестоимость машино-смены складывается из следующих затрат:

$$C_1 = C_{\text{зп}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{д}} + C_{\text{м}} + C_{\text{т}},$$

$$C_1 = 560,95 + 68\,292 + 52\,531,2 + 2\,626,25 + 26\,030,5 = 150\,040,9 \text{ тыс.руб.}$$

Технико-экономические показатели применения буровых станков

Выбор оптимальной модели бурового станка осуществляется на основе сопоставления экономических и технических характеристик нескольких буровых машин.

Суммарные годовые эксплуатационные затраты каждого бурового станка с включением капитальных затрат на приобретение бурового станка были рассчитаны по формуле

$$\sum Z_{\text{год}} = Q_{\text{год}} \cdot C + K_3 + C_{\text{э}} \cdot N + C_{\text{д}} \cdot N + C_{\text{м}} \cdot N + C_{\text{т}} \cdot N, \text{ млн. руб.},$$

где $Q_{\text{год}}$ – годовая производительность, м / год; C – себестоимость бурения 1 м скважины, руб.; K_3 – капитальные затраты на приобретение бурового станка, млн. руб.; $C_{\text{э}}$ – сменные затраты на потребляемую электроэнергию, руб./см. (прил. В); N – число рабочих смен в году; $C_{\text{д}}$ – сменные затраты на дизельное топливо, руб./см.; $C_{\text{м}}$ – сменные затраты на вспомогательные материалы, руб./см. (прил. Б); $C_{\text{т}}$ – сменные затраты на текущие ремонты, руб.

Технико-экономические показатели буровых станков, применяемых на разрезе Черногорский представлены в табл. 1.9.

Таблица 1.9

Технико-экономические показатели буровых станков на разрезе Черногорский

Показатели	Обозначение в формулах	Показатели параметров		
		СБШ-250МНА32	СБШ-250 1Д	Atlas Copco DML
Коэффициент крепости	f	9	9	10
Диаметр скважины, мм	d	250	250	250
Величина осевого усилия, кН	P _{ос}	180	180	200
Техническая скорость бурения, м/мин	V	0,44	0,5	0,56
Сменная производительность	Q _{см}	211	245	296

станка, м/см.				
Время на вспомогательные операции, мин	t_B	1,2	1	0,75
Годовая производительность, м /год	$Q_{\text{ГОД}}$	143 902	167 090	201 872
Коэффициент использования станка в смену, %	$K_{\text{П}}$	0,75	0,75	0,75
Себестоимость бурения 1 м скважины, руб.	C	713,2	780,4	1068,4
Себестоимость машино–смены, руб.	C_1	84 564,39	114 657,17	150 040,9
Годовые затраты на станок, млн. руб., в том числе:	$Z_{\text{ГОД}}$	208	227	325
- прямая заработная плата бурильщика в смену, руб.	$C_{\text{ЗП}}$	560,95	560,95	560,95
- отчисления на социальное страхование, руб.	$C_{\text{ОТЧ}}$	157,38	157,38	157,38
- сменные затраты на амортизационные отчисления, тыс. руб.	$C_{\text{АМ}}$	56 912,34	59 068,26	68 292
- капитальные затраты на приобретение бурового станка, млн. руб.	K_3	88,53	91,884	106,232
- первоначальная балансовая стоимость станка, млн. руб.	$K_{\text{бал}}$	68,1	70,68	81,72
- сменные затраты на потребляемую электроэнергию, руб./ см.	$C_{\text{Э}}$	5141,9	-	-
- сменные затраты на дизельное топливо, руб. /см.	$C_{\text{Д}}$	-	30 965,76	52 531,2
- сменные затраты на вспомогательные материалы, руб./см.	$C_{\text{М}}$	257,1	1 548,3	2 626,25
- сменные затраты на текущие ремонты, руб.	$C_{\text{Т}}$	21 692,1	22 513,9	26 030,5
- стоимость бурового долота, тыс. руб.	$C_{\text{Б}}$	42	42	84
- количество долот за год, шт.	n	813	944	1 025
- суммарная стоимость долот за год, тыс. руб.	$\sum d$	34 146	39 648	86 100
Число рабочих смен в году	N	518	518	518

Суммарные эксплуатационные затраты на бурение скважин на разрезе Черногорский представлены на рис. 1.26.

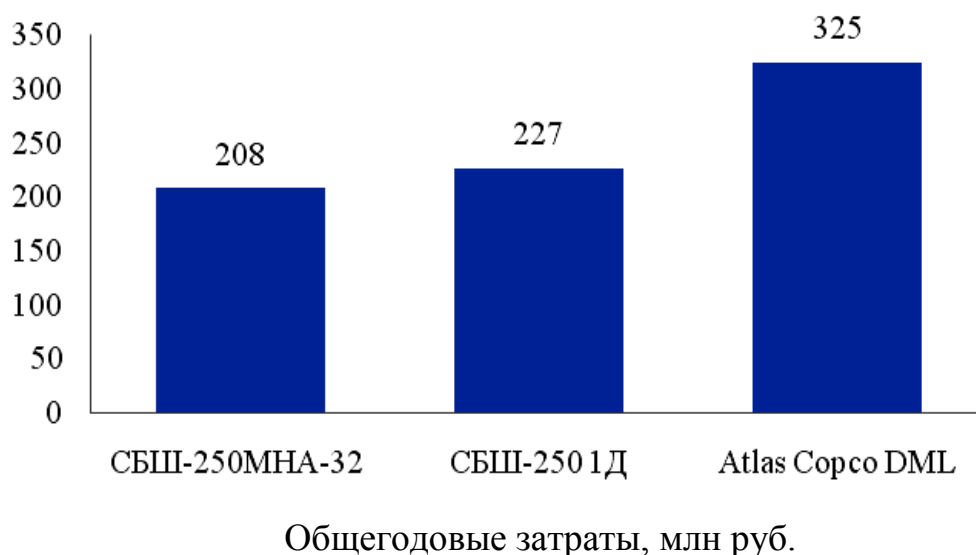


Рис. 1.26. Суммарные эксплуатационные затраты на бурение скважин на разрезе Черногорский

Выбор рационального типа бурового станка. При сравнительной оценке нескольких буровых машин выбор оптимального бурового станка производится на основе сравнения показателей годовых эксплуатационных затрат и капитальных затрат на приобретение каждого станка.

По результатам расчетов выбирается тот вариант, у которого годовые эксплуатационные затраты и капитальные затраты на приобретение наименьшие.

Следовательно, на основании приведенных данных можно сделать вывод, что наиболее выгодным для разреза Черногорский является применение бурового станка СБШ-250МНА32, так как и годовые эксплуатационные затраты, и капитальные затраты на приобретение данного станка меньше, чем у станков СБШ-250 1Д и Atlas Copco DML.

Пути совершенствования исполнительных органов станков вращательного бурения для сложноструктурных породных массивов

Поиск путей совершенствования исполнительных органов станков вращательного бурения для сложноструктурных породных массивов требует изучения научных публикаций, анализа информации, а также применения

математического аппарата и методов математического моделирования.

Изучение научных публикаций и патентный обзор необходимы для получения достоверной информации, которую можно использовать для дальнейших исследований.

Анализ является основным инструментом научного исследования и необходим для вычленения искомой информации и формулирования выводов.

С помощью математического аппарата и математического моделирования возможно получить наиболее полную картину напряженно-деформированного состояния (НДС) рабочего инструмента при использовании различных систем подачи и разработать рекомендации.

Разработанные способы управления режимами бурения позволяют разработать конструкцию линейного двигателя и механизма подачи с заданным принципом действия. Результаты анализа НДС необходимы для разработки рабочих органов и механизма управления режимами бурения технологических скважин буровыми станками. Рекомендации по разработке рабочих органов и механизма управления режимами бурения необходимы для подачи заявки на патент.

Разработка линейного двигателя для системы подачи бурового станка, механизма управления режимами бурения технологических скважин буровыми станками, а также использование теории и критериев подобия и теории физического моделирования необходимы для изготовления лабораторного стенда и исследования характеристик двигателя и способов управления режимами бурения.

Лабораторный стенд для исследования характеристик двигателя и способов управления режимами бурения необходим для построения характеристик механизма подачи, а также разработки и исследования способов управления режимами бурения технологических скважин буровыми станками. В результате применения перечисленных инструментариев, методов и оборудования проведенные исследования позволят разработать комплекс мероприятий и технических решений, которые дадут возможность увеличить ре-

курс рабочего инструмента при бурении различных пород.

Сравнительная оценка вариантов возможных решений исследуемой проблемы. В настоящее время в горной промышленности используется большое многообразие буровых станков. Одним из наиболее важных узлов любого станка является система подачи рабочего органа.

Современной промышленности известны следующие типы подачи: гидравлическая подача (патронная, применяется на станках СБШ-250); канатная подача (применяется на станках РД-10); совмещенная подача (канатная с гидравлической, применяется на станках СБШ-250); цепная подача (применяется на станках СБУ-125).

Кроме того, перспективным направлением в настоящее время является разработка и внедрение адаптивных систем подачи.

Особенностями гидравлической подачи является высокая надежность в нормальных климатических условиях, жесткое стабильное усилие, развиваемое гидравлическим цилиндром, возможность создания больших подающих усилий. К существенным недостаткам можно отнести крайне низкую адаптивность, большую инерцию при регулировании режимов подачи, низкую надежность гидравлических агрегатов в сложных климатических условиях, необходимость сложного технического обслуживания и ремонта, громоздкость гидросистемы, включающей маслобак, насосы, гидравлическую арматуру и др.

Особенностями канатной подачи является высокая надежность в различных климатических условиях, более высокая по отношению к гидравлическому механизму адаптивность канатной системы к толчкам и ударам в процессе бурения. К недостаткам можно отнести: значительные ограничения в величине подающего усилия; большую инерцию при регулировании технологических параметров процесса бурения; громоздкость и значительную массу канатной системы; сложность технического обслуживания и ремонта системы; необходимость отслеживания технического состояния канатов, их

своевременной отбраковки.

При использовании совмещенной подачи компенсируются некоторые недостатки одной системы, но добавляются недостатки другой. Например, в этом случае возможны большие усилия подачи, но усложняются условия регулировки параметров системы. Главное преимущество такой системы заключается в том, что сохраняется свойство адаптивности канатной системы, но в меньшей степени по сравнению с канатной. К существенному недостатку такой системы можно отнести большую громоздкость, сложность конструкции, необходимость технического обслуживания и гидравлической, и канатной системы.

Особенностью цепной системы является наличие цепного тягового органа. Эта система не имеет большинства преимуществ канатной системы, но не требует системы отбраковки, поскольку элементы цепи можно заменить. К существенным недостаткам цепной системы относятся значительная масса цепных тяговых органов, отсутствие адаптивности, низкая регулируемость параметров процесса.

Значительные возможности при бурении сложных пород и бурении на высоких скоростях и на большую глубину заключаются в разработке электромагнитных систем подачи рабочего органа бурового станка.

К основным достоинствам электромагнитной системы можно отнести следующие:

1. Электромагнитные линейные машины не имеют громоздких гидросистем, канатных и цепных элементов и устройств для их обслуживания.
2. Электромагнитная система подачи на основе запатентованного двигателя обладает высокой адаптивностью, наличием обратной связи, позволяющей своевременно в автоматическом режиме реагировать путем изменения того или иного параметра.
3. Линейные электромагнитные машины отличаются высокой плотностью передаваемой энергии и возможностью высокого поступательного усилия с минимальными затратами электроэнергии. Они имеют минимальное

количество трущихся деталей;

4. Электромагнитная система подачи обладает возможностью реверса;

5. Буровые станки, оснащенные электромагнитной системой подачи, имеют более простые кинематическую схему, конструкцию и обслуживание.

6. Буровые станки, оснащенные электромагнитной системой подачи, имеют более высокую надежность, срок службы и точность работы при регулировании режимов работы.

7. Буровые станки, оснащенные электромагнитной системой подачи, имеют более широкий диапазон линейной скорости подачи рабочего органа (от 0,1 м/с до 1 м/с);

8. Буровые станки, оснащенные электромагнитной системой подачи, требуют меньше времени на передачу обратного сигнала и изменение режима работы;

9. Буровые станки, оснащенные электромагнитной системой подачи, в сочетании с бесконтактным датчиком линейного перемещения имеют высокую точность линейного перемещения рабочего органа (до 10 нм).

3 Разработка системы управления станками шарошечного бурения

3.1 Режимы эксплуатации шарошечных долот

При механическом способе разрушения горных пород основная доля энергии расходуется на внедрение породоразрушающих элементов вооружения в горную породу. Величина давления, создаваемого породоразрушающим инструментом на забое скважины, определяется не только величиной осевого усилия F , но и значением контактной площади S_k данного долота. Под контактной площадью понимается сумма площадей всех зубьев на всех шарошках, контактирующих в данный момент с горной породой забоя скважины (для шарошечных долот), сумма площадей торцевой поверхности ло-

пастей (для лопастных долот). Величина контактной площади всех долот (шарошечных, лопастных, алмазных) табулирована, т. е. известна.

При увеличении контактного давления $P_k = F / S_k$, линейно зависящего от осевого усилия, разрушение на забое происходит по-разному. Рассмотрим три возможных случая:

а) $P_k > H$. В этом случае в горной породе, находящейся под пятном контакта, возникает объемное разрушение. Оно характеризуется тем, что возникает при единичном взаимодействии породоразрушающего элемента долота с данной «точкой» поверхности горной породы. Возникающие частицы шлама в этом случае имеют максимальный размер. Разрушение горной породы, происходящее при выполнении приведенного условия, является наиболее эффективным.

Из условия обеспечения объёмного разрушения горной породы величина осевой нагрузки на шарошечное долото рассчитывается по формуле

$$\Phi = \alpha \cdot H S_k,$$

где $\alpha = (0,33 - 1,59)$ – коэффициент, учитывающий реальные условия разрушения горной породы в скважине (величина дифференциального давления, температура горных пород, состояние забоя и пр.); S_k – контактная площадь данного долота. Величина α определяется по опытным данным.

Зная твердость горных пород и контактную площадь используемого долота, можно определить осевую нагрузку, требуемую для бурения скважины данным шарошечным долотом. Нужно помнить, что по указанной формуле можно определить лишь ориентировочное значение требуемого для разрушения горной породы осевого усилия, так как формула не учитывает работоспособность опор долота.

Наблюдающийся экстремальный характер изменения механической скорости бурения V_m от осевой нагрузки F (рис. 5.1) связывают с ограничением высоты зубцов на шарошках, наличием шлама на забое. Осевая нагрузка, при которой достигается максимальное значение механической скорости, называется критической.

Следует иметь в виду следующее: при чрезмерном увеличении осевого усилия бурильная колонна теряет устойчивость и претерпевает продольный изгиб, что приводит к незапланированному искривлению скважины.

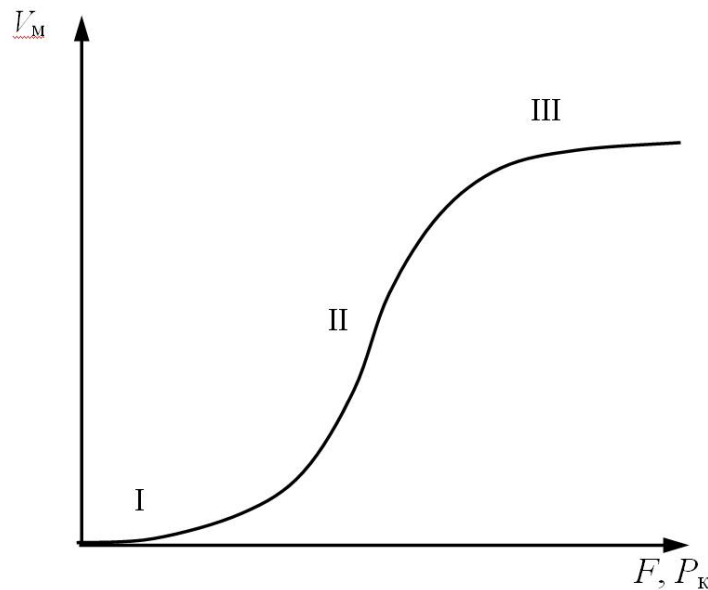


Рис. 5.1. Зависимость механической скорости бурения от осевой нагрузки (контактного давления) на долото ($n = \text{const}$, $C = \text{const}$)

б) $P_K < H$. При такой величине контактного давления возникает усталостно-объемное разрушение горной породы. Непременным следствием установления подобного соотношения между величиной контактного давления и твердостью горной породы является возникновение разрушения при неоднократном действии породоразрушающего элемента вооружения долота на одну и ту же точку забоя. Разрушение при этом связывают с повреждаемостью породы забоя, развитием трещин в горной породе под пятном контакта при каждом ударном цикле нагружения. Вид лунки выкола такой же, какой возникает при объёмном разрушении.

Количество циклов нагружения n , необходимое для разрушения горных пород, зависит от их механических свойств: с увеличением хрупкости пород величина n меньше. Зависимость между величиной контактного давления P_K и количеством циклов нагружения n , необходимых для разрушения породы, имеет вид (рис. 5.1). Эта усталостная кривая описывается уравнением

$$P_K^m n = C,$$

где m – показатель степени, $C = \text{const}$ – постоянная усталостной кривой.

Чем больше P_k , тем меньше необходимо создать циклов нагружения для разрушения горной породы.

Минимальное контактное давление, вызывающее усталостное разрушение при циклическом нагружении при выполнении условия $P_k < H$, называется пределом усталости горной породы P_{yc} . Считается, что

$$P_{yc} = (1/20 - 1/30)H.$$

Жлобинским Б. А. установлено, что механизм усталостно-объёмного разрушения горных пород похож на механизм разрушения хрупких горных пород при статическом вдавливании индентора. Лунка выкола возникает вследствие раздробления горной породы под пятном контакта, передачи давления от индентора на окружающую породу и возникновения вокруг пятна контакта овальной (если индентор имеет прямоугольную площадку вдавливания) или круглой (при цилиндрическом инденторе) трещины, последняя стадия разрушения связана с раздавливанием уплотненного ядра под индентором и образованием лунки.

в) $P_k \ll H$. Это условие определяет поверхностное разрушение горной породы в результате истирающего действия инструмента. Скорость бурения при выполнении этого неравенства незначительна. Размер частиц шлама мал.

Изменение механической скорости бурения от величины осевого усилия указывает на различный механизм разрушения горных пород в трех областях изменения F (или P_k). При малых нагрузках (участок I) зависимость $V_m = f(F)$ линейная: прямая выходит из начала координат. Угол наклона прямой к оси F характеризует интенсивность изменения механической скорости при росте осевого усилия. Касательная к кривой, проведенная на участке II, свидетельствует о том, что в этом диапазоне изменения осевого усилия прирост механической скорости больше, чем на участке I (касательная отсекает от оси F положительный отрезок). На участке III угол наклона касательной меньше, чем на участке II, что свидетельствует о том, что на участке III изменение V_m при росте F меньше, чем на участке II (касательная отсекает от

оси F отрезок, расположенный левее начала координат).

Часто зависимость $V_m = f(F)$ представляют в виде степенной зависимости

$$V_m = kFa.$$

При $a = 1$ из этого выражения получаем связь между V_m и F для участка I, при $a > 1$ для участка II, $a < 1$ для участка III.

При бурении скважины выбранное значение осевого усилия может обеспечить появление любого из приведенных участков. Рекомендация увеличивать величину осевого усилия F для реализации объемного разрушения не всегда оправдана, так как, во-первых, часто при больших усилиях начинается интенсивный износ долота, увеличивающий контактную площадь долота, и приводящий к снижению V_m , во-вторых, бурение при меньших осевых нагрузках, сопровождаемое снижением механической скорости, часто приводит к достижению положительного результата, например, росту проходки на долото, росту рейсовой и коммерческой скорости, снижению себестоимости метра проходки. Следует иметь в виду, что увеличение осевого усилия приводит к росту интенсивности искривления скважины, это связано с возрастанием отклоняющей силы при увеличении прогиба КНБК, большим разрушением стенки скважины.

Зашламование забоя существенно изменяет зависимость $V_m = f(F)$, так как происходит не только снижение V_m , но и уменьшение величины осевого усилия, при котором достигается наибольшее значение механической скорости.

Приведенное на рис. 5.1 изменение механической скорости отличает не только бурение скважин шарошечным, но и лопастным долотом.

Выбор параметра режима бурения – осевой нагрузки на долото – по диаграмме $V_m = f(F)$ не гарантирует от ошибок.

В настоящее время при бурении чаще всего реализуется поверхностное (при турбинном бурении) и усталостно-объемное разрушение горных пород. Связано это в основном с тем, что материал, из которого изготавливается по-

родоразрушающий инструмент, меньше изнашивается при реализации усталостно-объемного разрушения.

В настоящее время контроль за величиной F при бурении скважины реализуется с помощью индикаторов веса гидравлических (ГИВ), электрических (ЭИВ), которые устанавливаются на неподвижном конце талевого каната.

Общий вид зависимости $V_m = f(n)$ хорошо известен из работ В. С. Федорова (рис. 5.2). На кривой выделяются два линейных участка: начальный и конечный. На этих участках V_m изменяется пропорционально n , что свидетельствует о постоянстве проходки за оборот δ .

Основными факторами, определяющими вид кривой $V_m = f(n)$, являются следующие:

- время контакта τ_k зуба шарошечного долота с горной породой,
- число поражений забоя зубьями долота.

С увеличением частоты вращения n возрастает число поражений забоя зубьями шарошечного долота, возрастает скорость и энергия соударения. Это обеспечивает рост механической скорости бурения. Но одновременно с этим увеличение n обеспечивает и снижение времени контакта τ_k , что снижает эффективность разрушения горных пород и, как следствие, механическую скорость. В результате действия указанных факторов при бурении возникает сложная зависимость

$$V_m = f(n).$$

На участке кривой $V_m = f(n)$, расположенном между начальным и конечным линейными участками, изменение механической скорости, происходящее при постоянной осевой нагрузке, но росте частоты вращения, характеризуется снижением темпа прироста механической скорости. При определенной частоте вращения $n_{кр}$ наблюдается резкое снижение темпа прироста механической скорости. Это происходит вследствие резкого уменьшения глубины внедрения зуба долота в горную породу за один оборот, снижения времени контакта зуба долота с забоем скважины. Для мрамора, например,

$n_{кр} = 100 \text{ мин}^{-1}$. С ростом твердости горной породы $n_{кр}$ возрастает.

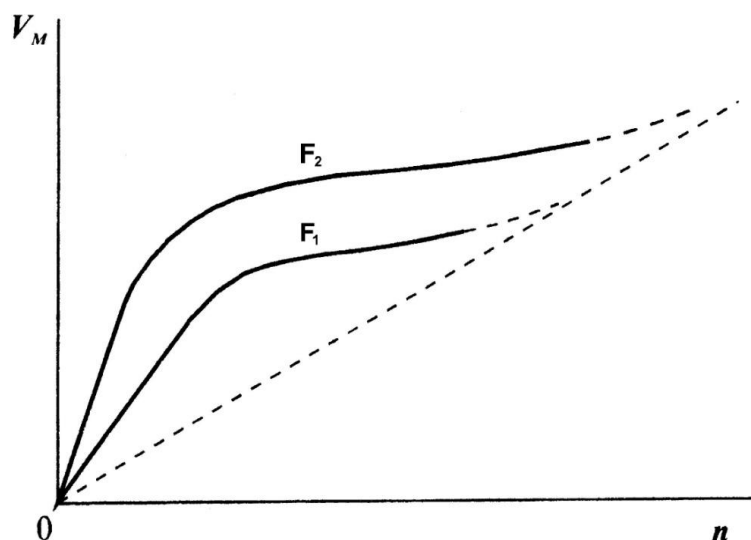


Рис. 5.2. Общий вид зависимости $V_M = f(n)$ при различных осевых усилиях ($F_2 > F_1$)

Энергоемкость разрушения возрастает. По этой причине бурение скважины с частотой вращения $n > n_{кр}$ нерационально. При данном значении осевого усилия увеличение n долота с целью повышения механической скорости целесообразно лишь до тех пор, пока возрастает рейсовая скорость бурения.

Обладая технологической информативностью, зависимость $V_M = f(n)$, тем не менее, не может быть гарантом выбора рекомендуемого значения частоты вращения n . Тому есть причина: отсутствие приборов, надежно контролирующих частоту вращения. В роторном бурении частота вращения долота равна частоте вращения ротора и может быть измерена тахометром достаточно точно. Для измерения частоты вращения долота в турбинном бурении используется турботахометр, датчик которого устанавливается в верхнем узле турбобура и соединяется с валом последнего. Работа турботахометра основана на фиксации специальной аппаратурой, устанавливаемой на вертлюге, импульса давления, формируемого при кратковременном перекрытии трубного пространства через каждые 10 оборотов вала турбобура. Каналом связи служит промывочная жидкость, находящаяся внутри бурильной трубы. Особенностью гидравлического канала связи является существенное затухание энергии сигнала в связи с потерями на трение у стенок колонны и наличие помех, создаваемых работающим буровым насосом.

С увеличением глубины скважины в большей степени проявляются пластические свойства горных пород, требуются большие деформации до разрушения и большая длительность контакта зубьев долота с забоем. Это вызывает необходимость снижения частоты вращения долота с углублением скважины. Существует и другая причина, по которой необходимо снижать величину n при росте глубины скважины. Значительный рост мощности, необходимой для привода ротора из-за роста потерь на трение бурильной колонны о стенку скважины.

Условия эффективного и своевременного изменения режимов бурения.
Для эффективного и своевременного изменения режимов бурения необходимо выполнять следующие условия:

- сигналы об изменении физико-механических свойств породы должен поступать постоянно к микроконтроллеру с минимальной задержкой во времени.
- измеренные сигналы должны многогранно отражать картину о характеристиках буримых пород, должны быть достоверны и однозначно сообщать микроконтроллерам об изменении конкретных физико-механических свойств породы.
- микроконтроллеры должны содержать функции, преобразующие измеренные сигналы в задающие сигналы для привода подачи и привода вращения.
- функции микроконтроллеров должны отражать информацию об эффективных режимах бурения при различных физико-механических свойствах породы.
- задающие сигналы должны с минимальной задержкой во времени доходить до исполнительных механизмов.
- исполнительный механизм должен быстро и эффективно изменять подачу и скорость вращения бурового става соответственно задающему сигналу.

При разработке способа регулирования особое внимание надо уделять выбору регулируемой величины. От этого зависит качество процесса регулирования и конструкция регулятора. Регулируемая величина должна удовлетворять следующим требованиям:

- иметь однозначную связь с нагрузкой на машину;
- обеспечивать постоянную перегрузочную способность двигателя независимо от колебаний нагрузки;
- допускать измерение несложным, малогабаритным, допустимым для применения в полевых условиях чувствительным элементом;
- обеспечивать достаточную чувствительность регулятора;
- обеспечивать достаточное быстродействие регулятора;
- позволять осуществление простыми средствами дистанционной передачи регулируемой величины на значительные расстояния в случае выноса регулирующего органа механизма подачи от машины.

Наиболее приемлемые в качестве регулируемой величины параметры горных машин с приводами различных типов выбираются с учетом их особенностей. Для обеспечения высокого качества процесса регулирования при работе однотипных горных машин в различных горно-геологических условиях и при изменении других параметров их работы необходимо создание приспособляющихся или адаптивных систем регулирования. В зависимости от того, какие условия работы горных машин изменяются, может возникнуть необходимость в создании как активных, так и пассивных самоприспосабливающихся систем. Однако многие параметры в процессе работы горной машины изменяются стохастически, например, крепость породы. В этом случае пассивная самонастраивающаяся система уже не может обеспечить хорошее качество процесса. Оно может быть достигнуто при помощи систем, осуществляющих контролируемые изменения своих параметров в зависимости от текущей информации об условиях работы системы управления.

Оптимальные режимы бурения (рис. 5.3) в процессе эксплуатации бурового станка, согласно исследованиям проф. В.Д. Буткина можно обеспе-

чить путем выбора соответствующего осевого усилия и частоты вращения бурового става [41]. С увеличением крепости породы осевое усилие необходимо увеличивать, а частоту вращения долота – уменьшать.

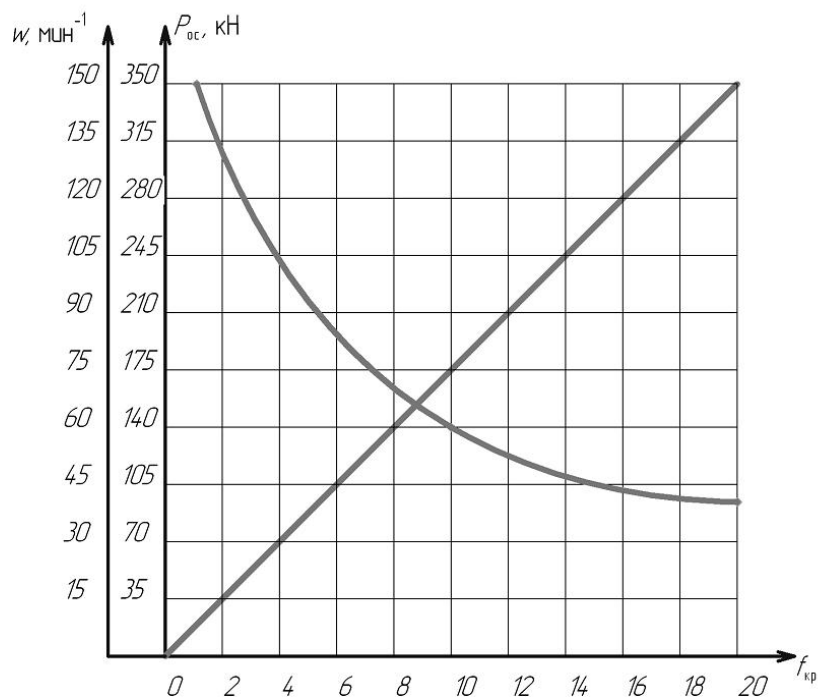


Рис. 5.3. Зависимость осевого усилия и частоты вращения долота от крепости породы

Зависимость осевого усилия от крепости пород выражается формулой

$$P_{ос} = 0,7 \cdot f \cdot d \cdot 10^3,$$

где $P_{ос}$ – усилие подачи, Н; f – коэффициент крепости породы по шкале Н. Н. Протоdjeяконова; d – диаметр долота, см.

На рис. 5.3 графически отображены зависимости этих параметров от коэффициента крепости породы.

Таким образом, необходимо определить рациональные режимы работы шарошечных долот в зависимости от прочностных и структурных характеристик породного массива. Также необходимо разработать эффективные средства управления, позволяющие получать достоверную информацию об изменениях свойств породы в процессе бурения и своевременно регулировать режимные параметры.

4 Безопасность жизнедеятельности

Основными документами для ведения горных работ на карьере являются:

- утвержденный проект разработки;
- план развития горных работ;
- паспорт, технологическая карта, типовый проект по отдельным технологическим процессам (экскавация, отвалообразование, буровзрывные работы и т. п.).

Горные работы по проведению траншей, разработке уступов, отсыпке отвалов должны вестись в соответствии с утвержденными руководителем разреза паспортами (технологическими картами), определяющими допустимые размеры рабочих площадок, берм, углов откоса, высоты уступов, расстояний от горного и транспортного оборудования до бровок уступов или отвалов.

Надзор и контроль за соблюдением требований правил техники безопасности осуществляется администрацией предприятия и участка работ.

Предусматривается осуществление ведомственного трехступенчатого контроля за состоянием охраны труда и техники безопасности.

Первая ступень - ежесменный контроль за состоянием охраны труда на рабочих местах в пределах горного участка. Контроль производится начальником участка, его заместителем, мастером, механиком, энергетиком, бригадиром, общественным инспектором и имеет целью выявление и устранение всех нарушений правил и инструкций по безопасному ведению работ. Результаты ежесменных проверок оформляются в книгах наряд заданий участков или сдачи-приемки.

Вторая ступень контроля производится еженедельно комиссией по охране труда в установленный день (день техники безопасности). Работа комиссии производится по графику, утвержденному руководством предпри-

ятия. Результаты проверок рассматриваются на еженедельных заседаниях Совета по технике безопасности.

Третья ступень контроля осуществляется ежемесячно комиссией возглавляемой руководством предприятия. График проверки утверждается начальником предприятия, результаты проверок рассматриваются на заседаниях Совета по ТБ предприятия с заслушиванием руководителем подразделений.

Все рабочие должны проходить обучение и инструктаж по безопасным методам ведения работ, порядок и виды которых определены приказом 12.0.004-79 и специальными правилами.

Вновь поступающий на работу, а также рабочие при переводе на работу с одной профессии на другую должны пройти вводный инструктаж со сдачей экзаменов по определенной программе. Прохождение каждого инструктажа оформляется в специальных журналах. Инструктаж на рабочем месте проводится до начала работы со всеми вновь принятыми работниками, а также с переведенными с одной работы на другую. Инструктаж проводит начальник участка или его заместитель. Инструктаж сопровождается практическим показом правильных методов работы. До освоения правильных приемов работы, работник не может быть допущен к самостоятельной работе.

Проведение повторного инструктажа (квартального) осуществляется для рабочих независимо от их квалификации, стажа и опыта работы не реже одного раза в квартал по программе инструктажа на рабочем месте. Дополнительный инструктаж проводится при изменении технологического процесса или вида работ.

Кроме инструктажей по ТБ со всеми вновь поступающими работниками ведется обучение специальности с последующей сдачей экзамена. Лица, знания которых признаны комиссией неудовлетворительными, должны пройти повторное обучение.

Рабочие, занятые на работах с повышенной опасностью, допускаются к самостоятельной работе только после специального обучения, сдачей экза-

менов и получения удостоверения на право ведения этих работ и обслуживания механизмов.

К выполнению работ повышенной опасности допускаются лица, прошедшие специальный инструктаж перед началом работы. Производить эти работы разрешается только по нарядам.

По профессиям и видам работ на основе типовых правил разрабатывается и утверждается в установленном порядке инструкции по безопасности труда.

На все виды ремонтов горных, транспортных, монтажных и демонтажных работ разрабатываются технологические карты. Всех ИТР и рабочих периодически ознакомили с проектами разработки участков, технологическими картами, паспортами и другой нормативной документацией.

4.1 Безопасность жизнедеятельности на предприятии

Анализ опасных и вредных производственных факторов

На карьере «Восточный» предусмотрено ведение буровзрывных, вымочно-погрузочных работ, транспортировка вскрыши и руды, отвалообразование. При производстве данных производственных процессов повышается запыленность, загазованность рабочей зоны, увеличивается уровень шума, вибрации. Вредные и опасные факторы, которые могут привести к травмам или заболеваниям рабочих на карьере, приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1- Вредные факторы производства Олимпиадинского карьера

Процесс	Рабочее место	Наимен. фактора	Характеристика фактора	Интенсивность	Ед. изм	Факт. значение	Норматив
Бурение	СБШ-250 МНА-32	пыль	SiO ₂	500	мг/м ³	5,8	3
Взрывание	Взрывной блок	газ	CO		мг/м ³	80-90	20
			NO+NO ₂		мг/м ³	14	5
Эксплуатация	ЭКГ-10	пыль	SiO ₂	500	мг/м ³	12,8	3
Транспортировка	САТ-777D	пыль	SiO ₂	6000	мг/м ³	10	3
		газ	CO	0,003	мг/м ³	2	20
			NO+NO ₂	0,005	мг/м ³	0,5	5
Отвало-	Д-118	пыль	SiO ₂	100	мг/м ³	2	3

образование	поверх. отвала	пыль	SiO ₂	4200	мг/м ³	2	3
-------------	-------------------	------	------------------	------	-------------------	---	---

Мероприятия по борьбе с вредными и опасными факторами

При работе шарошечных буровых станков пылеподавление в атмосферу карьера может быть снижено за счет применения специальных пылеулавливающих установок, использования мокрых способов пылеподавления (водой, пеной, воздушно-водяной смесью). Для повышения смачивающих свойств воды можно использовать добавки поверхностно-активных веществ (ПАВ), снижающих поверхностное натяжение воды, улучшающих смачивающую способность и диспергирование.

В настоящее время разработана система конденсационного пылеподавления для станков шарошечного бурения. Эта система предусматривает насыщение выходящего из скважины пылевоздушного потока паром и последующую обработку дисперсионной водой, капли которой становятся центрами конденсации пара. Для усиления эффекта конденсации воду заряжают электростатически разноименно.

Вредные основные примеси, выделяющиеся при производстве массовых взрывов – пыль и вредные газы.

Сокращение пылегазоподавления при массовых взрывах на карьере «Восточный» возможно при применении следующих мероприятий:

- организационных (перенесение времени взрыва на период максимальное ветровой активности);
- инженерно-технических (орошение зоны выпадения пыли из пылегазового облака водой в расчете 10 л на 1 м² площади).

Отработанные газы двигателей представляют собой сложную многокомпонентную смесь. Анализ сложившейся ситуации на карьере показывает, что использование "нетоксичных" (электрических, инерционных) двигателей экономически невозможно из-за трудного финансового положения. Наиболее приемлемые мероприятия:

- использование присадок к топливу, например, бариевая;

- использование нейтрализаторов.

При отвалообразовании образуются большие незакрепленные поверхности, которые при неблагоприятных условиях являются источником пылеобразования.

Меры безопасности при выемочно-погрузочных работах

Горные работы по проведению траншей, разработке уступов, отсыпке отвалов должны вестись в соответствии с утвержденными главным инженером предприятия паспортами, определяющими допустимые размеры рабочих площадок, берм, углов откоса, высоту уступа, расстояние от горного и транспортного оборудования до бровок уступа или отвала. Паспорта обязательно должны находиться на экскаваторах. Запрещается ведение горных работ без утвержденного паспорта, а также с отступлением от него.

При передвижении экскаватора по горизонтальному пути или на подъеме ведущая ось его должна находиться сзади, а при спусках с уклона впереди. Ковш должен быть опорожнен, и находиться не выше одного метра от почвы, а стрела установлена по ходу экскаватора.

При движении экскаватора на подъем или при спусках необходимо предусматривать меры, исключая самопроизвольное скольжение.

Перегон экскаватора должен производиться по сигналам помощника машиниста или специально назначенного лица, при этом должна быть обеспечена постоянная видимость между ними.

Экскаваторы следует располагать на уступе карьера или отвала на твердом выровненном основании с уклоном, не превышающим допустимые технические паспорт экскаватора. Во всех случаях расстояние между бортом уступа, отвала или транспортными сосудами и контргрузом экскаватора должно быть не менее 1 метра.

В темное время суток зона работы экскаватора и подъездные пути должны быть хорошо освещены.

При погрузке автомобильного транспорта машинист экскаватора должен подавать сигналы, значение которых устанавливается администрацией карьера.

Передвижение автотранспортных средств должно начинаться только по сигналу машиниста экскаватора.

Таблицу сигналов следует вывешивать на кузове экскаватора на видном месте, с ней должны быть ознакомлены машинисты локомотивов и водители транспортных средств.

Запрещается проносить грузеный ковш над кабиной автомашины. Шофер при загрузке должен находиться на безопасном расстоянии, если кабина его машины не защищена.

Запрещается при работе экскаватора пребывание людей в зоне действия ковша. Применяющиеся на экскаваторах канаты должны соответствовать паспорту.

В случае угрозы обрушения или оползания уступа во время работы экскаватора или при обнаружении отказавших зарядов взрывчатых веществ, работа экскаватора должна быть прекращена, и экскаватор отведен в безопасное место [11].

Меры безопасности при взрывных работах

Взрывные работы на карьере ведутся методом скважинных зарядов по проектам, составленным на каждый взрыв. Организация и проведение взрывных работ производится по специальной типовой инструкции, утвержденной объединением, согласованно с управлением Госгорнадзора.

При производстве массового взрыва обязательно применение звуковых сигналов, которые должны быть хорошо слышны на границах опасной зоны. Звуковые сигналы подаются сиреной. Световые сигналы ракетами используются в качестве вспомогательных сигналов. Способы, время подачи, назначение сигналов должны быть доведены до сведения всех рабочих и служащих карьера и смежных предприятий.

Безопасные расстояния для людей при производстве взрывных работ устанавливается проектом или паспортом и быть таким, чтобы исключить несчастные случаи.

За безопасное расстояние принимается наибольшее из установленных по различным поражающим факторам. Минимально допустимый радиус опасной зоны при взрывании скважинных зарядов 200 м.

В целях предотвращения несчастных случаев, на границах опасной зоны выставляются посты, обеспечивающие охрану, а все люди, не связанные с ведением взрывных работ, выводятся в безопасные места.

Для защиты зданий и сооружений от сейсмического воздействия при взрывных работах и работах с ВМ масса зарядов ВВ должна быть такой, чтобы при взрывании исключались повреждения, нарушающие их нормальное функционирование [11].

Мероприятия по предупреждению поражения электротоком

Эксплуатация электроустановок на карьере должна производиться в соответствии с требованиями РД 05-334-99 «Нормы безопасности на электроустановках угольных разрезов и требования по их безопасной эксплуатации».

Внутрикарьерные сети согласно ПБ выполняются с изолированной нейтралью, что обеспечивает высокую электробезопасность, при обязательном контроле изоляции сети с автоматическим отключением при появлении опасных утечек тока на землю.

Для уменьшения опасности поражения людей электрическим током, изолированные проводники располагаются в недоступных для прикосновения местах или защищаются надежными ограждениями. Голые провода, шины и другие токоведущие части не должны быть доступны даже в местах, редко посещаемых людьми.

Все горные машины и механизмы питаются напряжением 6 кВ от главной подстанции с изолированной нейтралью. Буровые станки - 380 В.

Все отходящие фидеры от подстанции оборудованы аппаратурой, обеспечивающей автоматическое отключение линий при однофазном замыкании

на землю. Для защиты людей от поражения электротоком в электроустановках до 1000 В и выше применяют аппараты (реле утечки РУП, реле контроля УАКИ-220 В и УАКИ-320 В), автоматически отключающие сеть при опасных токах утечки. Общее время отключения не должно превышать 200 мс. Гибкий кабель, питающий передвижную машину, должен прокладываться так, чтобы исключить его возможные повреждения - примерзание, завала породой, наезда на него транспортных средств и механизмов. По обводненной площади кабель должен прокладываться на опорах.

При подносе экскаваторного и бурового кабеля, находящегося под напряжением, обслуживающий персонал пользуется средствами защиты или специальными устройствами с изолированными рукоятками.

Расстояние от нижнего провода до поверхности земли, при максимальной величине провеса, должно быть:

- а) территория карьера и породных отвалов - шесть метров;
- б) места, труднодоступные для людей и недоступные для подземного транспорта - пять метров;
- в) откосы уступов - три метра.

Заземление стационарных и передвижных установок напряжением до 1000 В и выше выполняется общим (экскаваторы, бур.станки и др.).

Сопротивление общего заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

Противопожарная профилактика при бурении

По степени пожароопасности промышленные объекты относятся к категориям Б, В и Г. К категориям Б и В относятся склады горюче смазочных материалов (ГСМ), склады с углем. Эти объекты располагаются вне промышленной площадки.

Склады ГСМ располагаются на специально отведенной территории, направление господствующих ветров в сторону, противоположную поселку.

Противопожарная безопасность обеспечивается специальными средствами:

- а) пенными огнетушителями ОП-5;
- б) порошковыми огнетушителями ОП Х;
- в) передвижными огнетушителями ОППС-100;
- г) пожарной автомашиной;
- д) необходимым пожарным инвентарем;
- е) песком.

Пожарная характеристика и обеспечение противопожарными средствами объектов приведена в таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Пожарная характеристика и обеспечение противопожарными средствами объектов

Наименование объекта	Категория пожароопасности	Степень огнестойкости	Средства пожаротушения	Количество
1. Котельная	Б	3	Пенообразователь Огнетушители	1 8
2. Автотранспортный цех	Г	2	Огнетушители Ящик песка Пожарный щит	4 2 2
3. Центральные ремонтно-механические мастерские	Г	2	Огнетушители Ящик песка Пожарный щит	4 1 1
4. Здание управления	Д	1	Огнетушители Ящик песка	2 1

Защита от вибраций

Снижение вибраций в источнике ее возникновения достигается устранением резонансных колебаний, уменьшением величины возмущающей силы за счет рациональной конструкции режущего органа, обоснованного выбора режима эксплуатации, ограничения смещения зубьев ковшей за пределы рас-

четной траектории их движения, уравнивания вращающихся деталей, ослабления массива БВР и др.

Виброизоляция предназначена для снижения вибрации механического оборудования кабин и приборов управления, средств автоматического управления, отдельных узлов машины до допустимого уровня, а также для уменьшения динамических воздействий, передаваемых источниками вибрации на поддерживающие конструкции. Объектами виброизоляции могут быть ковши, привод ротора, дробильные установки, отражательные щиты в местах погрузки и перегрузки горной массы, ролики конвейеров, установки Г-Д, светильники, вспомогательное оборудование (компрессоры, насосы, вентиляторы), кабины управления, кресла на рабочих местах, ручки приборов управления и др.

Виброизолируемый объект может непосредственно опираться на виброизоляторы (опорный вариант) либо подвешиваться на виброизоляторах (подвесной вариант).

Чтобы виброизоляторы обеспечили виброизолирующий эффект, необходимо, чтобы собственные частоты системы f_c были в 2,5-4 и более раз ниже возбуждающей f_B .

Стальные пружины применяют для амортизации низкочастотной вибрации от 4 до 10 Гц, они малоэффективны при частотах звукового диапазона. Недостаток пружинной подвески - неустойчивость в поперечном направлении.

Амортизацию очень низких колебаний $f_B < 3$ Гц можно осуществить с помощью металлической торсионной или пневматической подвески. Преимущество пневматической подвески - возможность автоматической регулировки в процессе эксплуатации, недостаток - сложность в эксплуатации.

Виброизоляторы с резиновыми элементами могут работать на сдвиг (собственная частота объекта амортизации, опирающегося на резиновый элемент, $f_c = 5-6$ Гц), кручение ($f_c = 2-5-3$ Гц), растяжение ($f_c = 3-4$ Гц), сжатие ($f_c = 10-15$ Гц), т.е. они могут быть эффективны при $f_B > 4-4,5$ Гц. Достоинства

резиновых виброизоляторов - простота конструкции и наличие демпфирующих свойств (логарифмический декремент 0,25-0,5).

Вибропоглощение служит для снижения вибраций ограждений, кожухов и других элементов, изготовленных из металлических листовых материалов, в которых возникают колебания резонансного характера. С этой целью на вибрирующую поверхность наносят специальные материалы, обладающие большим внутренним трением (вибропоглощающие мастики, резина, пластины) и рассеивающие энергию колебаний. Это позволяет резко снизить амплитуды распространяющихся изгибных колебаний, особенно в резонансных режимах. Обычно вибропоглощающие покрытия наносятся в местах максимальных амплитуд вибраций. Применением вибропоглощающих покрытий достигается также значительное снижение уровня производственного шума, особенно в области высоких частот.

Защита от шума

При модернизации механического оборудования шум можно снизить осуществлением следующих мероприятий:

- ликвидацией погрешностей зацепления зубчатых передач на 5 дБ;
- заменой прямозубого зацепления косозубым - на 5 дБ;
- заменой одной стальной шестерни в паре капроновой - на 12 дБ;
- заменой подшипников качения подшипниками скольжения - на 15 дБ;

Снижение шума в редукторах может быть достигнуто за счет исключения частот ударов зубьев передач с собственными частотами колебаний стенок редуктора и механической системы «привод - редуктор - исполнительный орган». В редукторах небольшой мощности шум можно снизить до 20 дБ заменой стального корпуса и крышки на пластмассовые (из волокнита, стекловолокнита).

Так как большинство источников шума (процессы разрушения горного массива, погрузки, транспортирования, пересыпки, дробления горной массы и др.) находятся в открытом пространстве. Уровни звука уменьшаются с увеличением расстояния от источника звука, частично поглощаются воздухом.

При встрече звуковой волны с преградой часть ее энергии поглощается преградой, часть отражается, часть проходит через преграду.

Некоторые источники шума (кондиционеры, вентиляторы и т.п.) расположены непосредственно в кабинах управления. Их звуковые волны многократно отражаются от стен, потолка.

Защита от шума осуществляется с помощью средств звукоизоляции и звукопоглощения.

Защитное действие звукоизолирующей конструкции состоит в том, что часть звуковой мощности отражается от специальных ограждений (кожухи, укрытия, кабины и др.). Для изоляции применяют плотные материалы, хорошо отражающие звук. Звукоизолирующие конструкции могут быть съемными, разборными с открывающимися окнами и дверцами, проемами для ввода коммуникаций.

Звукопоглощение производится материалами, способными поглощать звуковую мощность. Звукопоглощающие материалы применяют не только для шумоизоляции источника шума (кожухи, ограждения и др.), но и внутри кабины управления для поглощения внутреннего шума.

Способность материалов и конструкций поглощать звук оценивается коэффициентом звукопоглощения, представляющим собой отношение поглощенной звуковой энергии материалов к звуковой энергии, падающей на него.

Звукопоглощающие материалы должны быть пожаробезопасными, обладать гигиеничностью, высоким коэффициентом звукопоглощения, не изменяющим свои свойства во времени.

Безопасность при работе и обслуживании тележек на колеснорельсовом ходу

К обслуживанию тележек на колеснорельсовом ходу допускаются лица, которые достигли 18-летнего возраста, прошли профмедосмотр, обучение, аттестацию комиссией, имеют необходимые знания по устройству теле-

жек, безопасной эксплуатации, погрузке, разгрузке, перемещению грузов, а также обладают достаточными практическими навыками управления.

Обязательным условием для назначения таких работников является распоряжение по участку. Список лиц, допущенных к управлению тележками, должен быть объявлен на участке эксплуатации.

На каждом участке устанавливается порядок своевременного квалифицированного технического обслуживания и контроля за состоянием тележек. Ответственность за технически исправное и отвечающее требованиям состояние тележек и их безопасную эксплуатацию возлагается на механика, энергетика, сменных руководителей производства и начальника участка. Для повседневного технического обслуживания тележек и содержания их в исправном состоянии механик и энергетик цеха должны назначать постоянных специалистов в каждой смене. Они обязаны в начале смены проверить техническое состояние тележек, записать в специальном журнале заключение о возможности их эксплуатации.

Тележки должны иметь цеховой номер, постоянные места стоянки, на которых есть соответствующие плакаты (знаки) с указанием номера тележки.

Во избежание наезда на людей тележки оборудуются звуковым сигналом, заблокированным с пусковым устройством. Сигнал должен постоянно звучать при движении тележки. На каждой тележке или на закрепленном на ней трафарете четко наносятся стрелки, указывающие направление движения тележки при ее включении.

Надпись должна соответствовать аналогичному указателю на кнопочной станции. Вращающиеся части тележки необходимо ограждать. Если ограждение вращающихся частей не предусмотрено в проекте (что, безусловно, является его недостатком), то до эксплуатации тележек следует устанавливать торцевую защиту с обеих сторон по их ходу.

Особенно важное условие безопасности — оборудование тележек, ключами-бирками, с тем чтобы обесточивать их в нерабочее время и исключить запуск случайными лицами. Это та техническая мера, которая преду-

преждает несчастные случаи при обстоятельствах, указанных выше, т.е. при допуске к управлению тележками необученных людей. Только наличие ключа-бирки дает право и создает техническую возможность пускать тележку в работу или ремонтировать ее, нагружать, разгружать и пр. При этом любые ремонты тележки могут выполняться только с соблюдением мер безопасности, предусмотренных бирочной системой.

Платформы тележек следует оборудовать устройствами, исключающими падение и скатывание грузов. Зазоры в рельсовых стыках путей передвижения тележек не должны превышать 5—8 мм. Уступы в стыках не допускаются. Пути для передвижения тележек следует укладывать строго горизонтально, без уклонов. Настилы над каналами, где уложены троллеи, питающие тележки, должны быть надежными, ровными, с рифлением. Зазор для токоъемников не должен превышать 50 мм. Если питание тележек осуществляется через кабель, который при движении тележки наматывается на барабан и разматывается при движении в обратном направлении, должны быть приняты меры, исключающие повреждение кабеля

Пусковые станции на тележках рекомендуется устанавливать в диагонально-противоположных углах тележки и подключать через кабель длиной не менее 2,0 — 2,5 м, с надежным заземлением и так, чтобы при включении тележка двигалась в сторону от рабочего, управляющего ею. На каждой кнопочной станции должно быть не более одной пусковой кнопки, которая (при прекращении нажатия на нее) обеспечивает немедленную остановку. При этом категорически запрещается установка пусковых станций непосредственно на конструкции тележки.

При включении тележки она должна двигаться от человека, управляющего ею. Это необходимо для исключения наезда на него. Кроме того, человек, вызывающий движение тележки от себя, при достаточной длине кабеля передвигается вслед за тележкой, находясь за пределами габаритов и зоны возможного падения груза (при нарушении порядка погрузки). Габарит движения должен быть свободным.

Тележка загружается с учетом ее грузоподъемности и устойчивости грузов таким образом, чтобы груз не мешал свободному просмотру площади в направлении движения. Каждый раз перед включением тележки рабочий должен убедиться в отсутствии людей на пути следования. Если люди не уходят с пути или на нем (в его габаритах) находятся случайные предметы, тележку следует выключать до полной безопасности движения.

В ходе эксплуатации тележек особенно внимательно надо следить за равномерным распределением груза и обязательным его размещением в пределах габаритов платформы. Груз укладывают устойчиво и безопасно, без перегрузок. Возможность его падения должна быть исключена. Самое серьезное значение следует придавать надежной укладке и креплению деталей сложной (неустойчивой) конфигурации, катучих предметов.

На участке, где эксплуатируются тележки, руководители и технологи должны разрабатывать технологические инструкции по безопасному пользованию тележками.

Установлен порядок, запрещающий эксплуатацию тележек при наличии каких бы то ни было, даже самых незначительных, неисправностей механизмов привода, электрооборудования, при отсутствии или нарушении заземления, неисправностях звукового сигнала и т. д. Нельзя перемещать тележку под грузами, перевозимыми грузоподъемными механизмами, приводить в движение до полного освобождения груза от чалочных приспособлений, подводить до соприкосновения с упорами (тупиками).

Строго запрещается перевозить на тележках людей, ядовитые, огнеопасные, взрывоопасные, радиоактивные грузы. В заводских документах, регламентирующих безопасную работу тележек, следует предусматривать достаточное освещение пути и участков передвижения, запрещение сближения на расстоянии менее 5 м действующих на одном пути тележек или подающихся на этот же путь железнодорожных вагонов. Должно быть запрещено также любое, даже самое незначительное, перемещение железнодорожных вагонов с помощью передаточных тележек.

Эти условия должны гарантироваться техническими средствами. Необходимо обеспечивать меры безопасности при погрузке, разгрузке тележек, при этом пребывание людей в зоне грузоподъемных средств, которые выполняют эти работы, недопустимо.

4.2 Проветривание карьера

Карьер "Восточный" Олимпиадинского ГОКа относится к загрязненным, плохо проветриваемым карьерам. Ему характерны повышенная запыленность и загазованность. Основными источниками загрязнения карьера являются: экскаватор, буровые станки, взрывы, автотранспорт.

Для борьбы с загрязненностью карьера необходима вентиляция, так как глубина карьера больше 200 м происходит ухудшение вентиляции карьера. Следовательно, необходимо применять дополнительные меры борьбы с пылью и газом. Одной из таких мер является искусственная вентиляция.

Искусственная вентиляция не единственное решение вопроса о воздействии на окружающую среду. Основным источником запыленности и загазованности является автотранспорт.

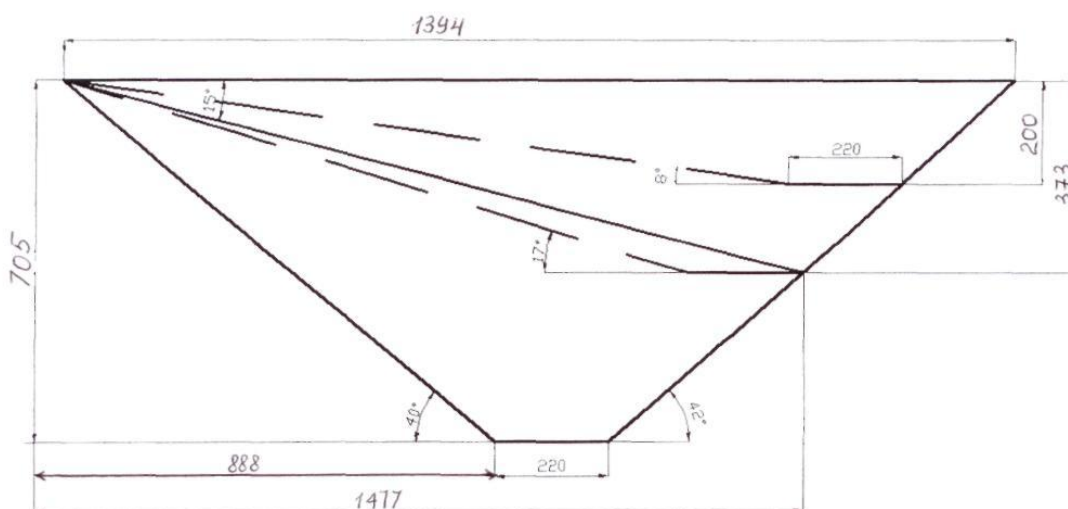


Рисунок 8.1 Схема проветривания карьера

Количество воздуха, осуществляющее проветривание карьера Q_{oc} , определяется схемой проветривания:

- для рециркуляционной схемы проветривания

$$Q_{OC}^P = 0,077 \cdot x_c^P \cdot V_o \cdot L, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (8.1)$$

где V_o – скорость ветрового потока на поверхности карьера, м/с;

L – размер карьера на поверхности в направлении, перпендикулярном движению воздушного потока, м;

x_c^P – проекция отрезка на горизонтальную ось, м.

$$Q_{OC}^P = 0,077 \cdot 1477 \cdot 3 \cdot 1840 = 627784, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.2)$$

Количество воздуха, необходимое для разжижения пыли до санитарных норм определяется, исходя из суммарной интенсивности пылевых источников и предельно допустимой концентрации (ПДК) пыли:

$$Q_{HEOB}^П = \frac{\sum G_{П}}{q}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.3)$$

где $\sum G_{П}$ - суммарная интенсивность пылевых выделений, мг/с;

q – ПДК пыли в воздухе, мг/м³.

$$Q_{HEOB}^П = \frac{498500}{3} = 166166, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.4)$$

$Q_{OC}^P > Q_{HEOB}^П$ из этого можно сделать вывод, что искусственная вентиляция приданной скорости ветра не понадобится. В период безветрия для искусственной вентиляции применяем водовоздушную установку АИ-21-КВ.

Таблица 8.3 - Характеристика водовоздушной установки АИ-21-КВ

Силовая установка	Турбовинтовой двигатель (ИЛ-18)
Тип создаваемой струи	Неизотермический
Начальный расход Q_o , м ³ /с	640
Мощность, кВт	2940
Параметры активного участка струи	
- дальность L_c , м	800
- расход в конце струи, м ³ /с	45000
Часовой расход топлива, кг	870

4.3 Охрана окружающей среды

Охрана атмосферного воздуха

Массовый взрыв в разрезе является мощным периодическим источником выброса в атмосферу большого количества пыли и газов. С увеличением удельного расхода ВВ в 2 раза удельное пылевыведение возрастает в 6 раз, поэтому предусмотрены следующие мероприятия:

- полностью исключить перерасход взрывчатого материала;
- производить орошение подготовленных к взрыву участков уступов, эффективность подавления пыли в этом случае составляет 60-80 %;
- применение взрывчатых веществ с низким кислородным балансом, таких как игданит. При использовании взрывчатых веществ на основе аммиачной селитры ядовитых газов выделяется в 1,5-2,5 раза меньше, чем при применении тротила;
- производить взрывы при северном и северо-восточном направлении ветра, так как проветривание карьера естественное, к востоку от карьера находится поселок Еруда.

Улавливание пыли при буровых работах обеспечивается подачей воды в скважину. Пыль, смоченная водой, удаляется из скважины с помощью воздуха, поданного под давлением компрессорной установкой. Влажная пыль не рассеивается, а скапливается у устья скважины, затем используется как забойный материал.

Снижение пылеобразования при погрузочно-разгрузочных работах достигается за счет гидроорошения. Установка ТЭ-1м, смонтированная на крыше экскаватора, хорошо зарекомендовала себя на карьере.

Для предупреждения пылевыведения на автодорогах в карьере следует поливать их водой. Поливка водой производится в летний период, а и зимний период автодороги поливают отработанными маслами.

Для предотвращения сдувания пыли с рабочих площадок и откосов уступов карьера и отвалов следует их орошать 0,01-0,1 % раствором полиакриламида.

На нерабочих площадках предотвращением пылеобразования является озеленение, для чего надо выполнять подготовительные работы по созданию удовлетворительных условий для произрастания растений.

Рекультивация земель

Горными работами к концу отработки месторождения будут нарушены большие площади земли. С целью сохранения и улучшения продуктивности этих земель и приданию площади с нарушенной поверхностью свойств, характерных для окружающих комплексов, осуществляется рекультивация.

Выполнение работ по рекультивации земель осуществляется на основе комплексных планов землеустройства района и рабочих проектов по рекультивации. Рекультивация проходит в два этапа.

Горнотехническая рекультивация проводится по совмещенной схеме. И период горнотехнической рекультивации плодородный слой почвы снимается и транспортируется к месту временного складирования, а затем, после планировки нарушенных площадей, укладывается на них. Предварительно производится качественная оценка плодородного слоя. Горнотехническая рекультивация осуществляется с отставанием от основных отвальных работ на участке в 2-3 года.

После проведения горнотехнической рекультивации на землях, предусмотренных для сельскохозяйственного и лесохозяйственного использования, а также под водоемы, санитарные зоны и т.д., производится биологическая рекультивация.

Процесс биологической рекультивации заканчивается только тогда, когда почва приобретает все свои свойства и качества. Продолжительность этого периода 15-30 лет.

Водопользование и охрана водных объектов

На золотодобывающем предприятии вода широко используется в технологическом процессе, а также для хозяйственно-бытовых нужд. В 2006 году

работы по обеспечению рационального водопользования велись в двух направлениях:

- контроль состояния и минимизация утечек из трубопроводов хозяйственно-бытового водоснабжения и отопления;
- сокращение забора свежей воды для производства.

Для обеспечения рационального использования водных ресурсов применяются несколько систем оборотного водоснабжения: оборотное водоснабжение из хвостохранилища (внешний водооборот); внутренний водооборот обогатительного комплекса; оборотное водоснабжение через очистные сооружения и др. На технологические нужды используются дождевые, талые, дренажные и другие попутные воды.

Для сокращения загрязнения водных объектов взвешенными веществами (частицами грунта) применяются илоотстойники, оборотное водоснабжение, работа в закрытых котлованах с отводом русла рек за пределы горных работ.

На предприятии обеспечен высокий уровень безопасности гидротехнических сооружений. По данным заключений о состоянии безопасности хвостохранилища, имеет достаточный коэффициент запаса устойчивости, достаточное превышение уровня дамбы и допустимую фильтрацию; эксплуатация хвостового хозяйства и его состояние соответствуют предъявляемым нормативно-техническим требованиям.